



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

ANÁLISIS DE LA RED CURRICULAR DE LA CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA A NIVEL IBEROAMERICANO

Erick Fernando Picén Castañeda

Asesorado por el Ing. Armando Gálvez Castillo

Guatemala, noviembre de 2012

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**ANÁLISIS DE LA RED CURRICULAR DE LA CARRERA DE
INGENIERÍA ELÉCTRICA A NIVEL IBEROAMERICANO**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

ERICK FERNANDO PICÉN CASTAÑEDA

ASESORADO POR EL ING. ARMANDO GÁLVEZ CASTILLO

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO INDUSTRIAL

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2012

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Juan Carlos Molina Jiménez
VOCAL V	Br. Mario Maldonado Muralles
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. César Ernesto Urquizú Rodas
EXAMINADORA	Inga. Nora Leonor García Tobar
EXAMINADORA	Inga. María Martha Wolford Estrada
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

ANÁLISIS DE LA RED CURRICULAR DE LA CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA A NIVEL IBEROAMERICANO

Tema que me fuera asignado por la Dirección de Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha agosto de 2011.



Erick Fernando Picén Castañeda

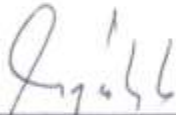
Guatemala, 1 de Agosto del 2012

Ingeniero
César Ernesto Urquizú Rodas
Director de Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos de Guatemala

Estimado Ingeniero:

Reciba un atento saludo de mi parte, la razón de la presente es para comunicarle que he revisado y asesorado el trabajo de graduación desarrollado por el estudiante **Erick Fernando Picén Castañeda** con número de carné **200611024**, titulado "**Análisis de la red curricular de la carrera de Ingeniería Eléctrica a nivel Iberoamericano**", y luego de haber realizado las revisiones y correcciones correspondientes, he encontrado que el mismo ha sido concluido satisfactoriamente, por lo que procedo a notificar por este medio su aprobación final.

Atentamente,


Armando Gálvez Castillo
Ingeniero Mecánico Electricista
Colegiado 2162

Armando Gálvez Castillo
Ingeniero Mecánico Electricista
Colegiado No. 2162

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

REF.REV.EMI.211.012

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **ANÁLISIS DE LA RED CURRICULAR DE LA CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA A NIVEL IBEROAMERICANO**, presentado por el estudiante universitario **Erick Fernando Picén Castañeda**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

María Martha Wolford Estrada
Ingeniera Industrial
Colegiada 8659

Inga. María Martha Wolford Estrada de Hernández
Catedrática Revisora de Trabajos de Graduación
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

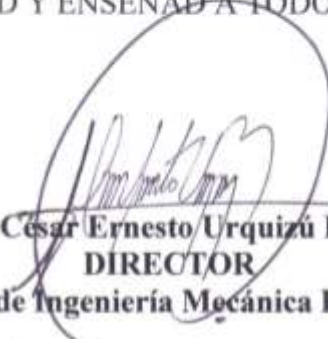
Guatemala, octubre de 2012.

/mgp



El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **ANÁLISIS DE LA RED CURRICULAR DE LA CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA A NIVEL IBEROAMERICANO**, presentado por el estudiante universitario **Erick Fernando Picén Castañeda**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”


Ing. César Ernesto Urquizú Rodas
DIRECTOR
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, noviembre de 2012.

/mjp



El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al trabajo de graduación titulado: **ANÁLISIS DE LA RED CURRICULAR DE LA CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA A NIVEL IBEROAMERICANO**, presentado por el estudiante universitario **Erick Fernando Picén Castañeda**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
Decano en funciones

Guatemala, 22 de noviembre de 2012



/gdech

ACTO QUE DEDICO A:

Dios	Por iluminarme cada día para poder alcanzar exitosamente las metas que me he propuesto.
Mis padres	Marcelo Picén y Martha Castañeda por su incondicional amor y haberme brindado todo lo necesario para culminar mis estudios.
Mis hermanos	Fredy, Edwin, Mónica, Wendy y Javier por su cariño, sus experiencias compartidas conmigo y por el apoyo que me han dado a lo largo de la vida.
Mi abuela	Cleotilde Castañeda por su cariño e interés en mi caminar.
Mis amigos	Por su compañía y ayuda a lo largo de esta etapa.
Facultad de Ingeniería	Por la oportunidad de formarme como un profesional de la ingeniería industrial capaz de responder a las necesidades de la sociedad.
Universidad de San Carlos de Guatemala	Por brindarme la oportunidad de estudiar una carrera universitaria de prestigio y al servicio de la sociedad guatemalteca.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	VII
GLOSARIO.....	XI
RESUMEN.....	XIII
OBJETIVOS	XV
INTRODUCCIÓN.....	XVII
1. ANTECEDENTES GENERALES.....	1
1.1. Antecedentes de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala.....	1
1.1.1. Facultad de Ingeniería	1
1.1.1.1. Descripción	1
1.1.1.2. Historia de la Facultad de Ingeniería	2
1.1.1.3. Objetivos.....	4
1.1.1.4. Misión	5
1.1.1.5. Visión	5
1.1.1.6. Organización académica	6
1.1.2. Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica (EIME).....	6
1.1.2.1. Descripción de la carrera.....	6
1.1.2.2. Historia de la fundación de la EIME	7
1.1.2.3. Plana física.....	8
1.1.2.4. Funciones de la escuela.....	9
1.1.2.5. Objetivos	9
1.1.2.6. Misión.....	10
1.1.2.7. Visión	10
1.1.2.8. Organigrama	11

1.1.2.9.	Perfil del egresado y campo de acción ...	12
1.2.	Iberoamérica	14
2.	SITUACIÓN ACTUAL.....	17
2.1.	Posicionamiento de la Universidad de San Carlos de Guatemala a nivel iberoamericano	17
2.1.1.	<i>Ranking</i> iberoamericano <i>SIR</i>	17
2.1.1.1.	Metodología	18
2.1.1.2.	Indicadores	18
2.1.1.3.	Tabla de posiciones del <i>Ranking SIR</i>	19
2.1.2.	<i>Ranking web</i> de universidades del mundo	20
2.1.2.1.	Metodología	21
2.1.2.2.	Indicadores	21
2.1.2.3.	Tabla de posiciones del <i>Ranking Webometrics</i>	22
2.2.	Listado de cursos de la carrera de Ingeniería Eléctrica	25
2.2.1.	Ciclo básico	26
2.2.2.	Ciclo profesional	28
2.3.	Malla curricular actual de la carrera de Ingeniería Eléctrica.....	32
2.4.	Situación actual de los contenidos.....	34
2.4.1.	Cursos del Área de Ciencias Básicas y Complementarias	34
2.4.1.1.	Introducción a la Programación de Computadoras 1 (código 769)	34
2.4.1.2.	Lenguajes de Programación Aplicados a la Ingeniería Eléctrica (código 991).....	36
2.4.2.	Contenidos del Área de Potencia y Control	38
2.4.2.1.	Líneas de Transmisión (código 218)	38

2.4.2.2.	Conversión de Energía Electromecánica 1 (código 212)	40
2.4.2.3.	Transmisión y Distribución (código 219).....	44
2.4.2.4.	Sistemas de Control 1 (código 236)	46
2.4.2.5.	Conversión de Energía Electromecánica 2 (código 213)	48
2.4.2.6.	Máquinas Eléctricas (código 214).....	50
2.4.2.7.	Análisis de Sistemas de Potencia 1 (código 220)	52
2.4.2.8.	Alta Tensión (código 224)	53
2.4.2.9.	Sistemas de Generación (código 221).....	55
2.4.2.10.	Automatización Industrial (código 238).....	56
2.4.2.11.	Subestaciones (código 216)	57
2.4.2.12.	Protección de Sistemas de Potencia (código 222)	59
2.4.3.	Contenidos del Área de Electrotecnia	62
2.4.3.1.	Circuitos Eléctricos 1 (código 204)	62
2.4.3.2.	Teoría Electromagnética 1 (código 210).....	65
2.4.3.3.	Electricidad y Electrónica Básica (código 462)	66
2.4.3.4.	Circuitos Eléctricos 2 (código 206)	69
2.4.3.5.	Instrumentación Eléctrica (código 230).....	73
2.4.3.6.	Electrónica 1 (código 232).....	75
2.4.3.7.	Electrónica 3 (código 246).....	76

2.4.3.8.	Instalaciones Eléctricas (código 208).....	78
3.	PROPUESTA DE LOS CONTENIDOS.....	81
3.1.	Universidades seleccionadas	81
3.1.1.	Criterios para la selección de universidades a estudiar	81
3.1.2.	Selección preliminar	82
3.1.3.	Universidades seleccionadas	83
3.2.	Metodología de comparación	120
3.3.	Comparación de los contenidos de los cursos de la EIME con las universidades iberoamericanas seleccionadas	121
3.3.1.	Comparación del Área de Ciencias Básicas y Complementarias	126
3.3.1.1.	Resultados de la comparación.....	127
3.3.2.	Comparación del Área de Potencia y Control	128
3.3.2.1.	Resultados de la comparación.....	146
3.3.3.	Comparación del Área de Electrotecnia.....	148
3.3.3.1.	Resultados de la comparación.....	157
4.	IMPLEMENTACIÓN DE LOS CONTENIDOS.....	179
4.1.	Ordenamiento y estandarización de los contenidos a ajustar ..	179
4.1.1.	Cursos del Área de Ciencias Básicas y Complementarias	181
4.1.1.1.	Introducción a la Programación de Computadoras 1 (código 769)	181
4.1.1.2.	Lenguajes de Programación Aplicados a la Ingeniería Eléctrica (código 991).....	182
4.1.2.	Contenidos del Área de Potencia y Control	183

4.1.2.1.	Líneas de Transmisión (código 218)	183
4.1.2.2.	Conversión de Energía Electromecánica 1 (código 212)	184
4.1.2.3.	Transmisión y Distribución (código 219).....	185
4.1.2.4.	Sistemas de Control 1 (código 236)	186
4.1.2.5.	Conversión de Energía Electromecánica 2 (código 213)	187
4.1.2.6.	Máquinas Eléctricas (código 214)	188
4.1.2.7.	Análisis de Sistemas de Potencia 1 (código 220)	190
4.1.2.8.	Alta Tensión (código 224)	190
4.1.2.9.	Sistemas de Generación (código 221).....	191
4.1.2.10.	Automatización Industrial (código 238).....	192
4.1.2.11.	Subestaciones (código 216)	193
4.1.2.12.	Protección de Sistemas de Potencia (código 222)	196
4.1.3.	Contenidos del Área de Electrotecnia	197
4.1.3.1.	Circuitos Eléctricos 1 (código 204)	197
4.1.3.2.	Teoría Electromagnética 1 (código 210).....	198
4.1.3.3.	Electricidad y Electrónica Básica (código 462)	199
4.1.3.4.	Circuitos Eléctricos 2 (código 206)	200
4.1.3.5.	Instrumentación Eléctrica (código 230).....	201
4.1.3.6.	Electrónica 1 (código 232).....	203

4.1.3.7.	Instalaciones Eléctricas (código 208)....	204
4.1.3.8.	Electrónica 3 (código 246)	206
4.1.4.	Propuesta de reestructuración de la malla curricular	207
5.	MEJORA CONTINUA.....	217
5.1.	Metodología para futuras actualizaciones.....	217
5.2.	Plan de evaluación	220
5.2.1.	Criterios de evaluación	232
5.2.2.	Estimación de recursos	234
5.2.2.1.	Recursos económicos	234
5.2.2.2.	Recursos humanos.....	236
5.2.2.3.	Tiempo de duración	236
5.3.	Posibles resultados	237
5.4.	Identificar posibles impedimentos para el cambio.....	237
5.5.	Alternativas contra la resistencia al cambio	239
5.6.	Propuesta de la herramienta de evaluación.....	242
	CONCLUSIONES	245
	RECOMENDACIONES	247
	BIBLIOGRAFÍA	249
	APÉNDICES	251
	ANEXOS	255

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Ubicación de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica.....	8
2.	Organigrama de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica.....	11
3.	Malla curricular actual de la carrera de Ingeniería Eléctrica	33
4.	Posicionamiento de las universidades seleccionadas	85
5.	Malla curricular de la carrera de la USP	115
6.	Malla curricular de la carrera de la UNAM.....	116
7.	Malla curricular de la carrera de la UPV	117
8.	Malla curricular de la carrera de la UNLP.....	118
9.	Malla curricular de la carrera de la UR	119
10.	Cursos del pensum vs. cursos para obtener el título	160
11.	Horas obligatorias vs. horas para obtener el título	161
12.	Comparación de los cursos del Área de Ciencias Básicas	168
13.	Comparación de los cursos del Área de Electrotecnia.....	168
14.	Comparación de los cursos del Área de Electrónica	169
15.	Comparación de cursos del Área de Potencia y Control	169
16.	Composición de los planes de estudio	170
17.	Composición del Área de Ciencias Básicas	173
18.	Propuesta de la malla curricular de Ingeniería Eléctrica.....	213

TABLAS

I.	Países de Iberoamérica	15
II.	Posiciones del <i>ranking</i> SIR	20

III.	Posiciones del <i>ranking</i> Webometrics	23
IV.	Análisis FODA de la EIME	24
V.	Cursos del área común de la carrera de Ingeniería Eléctrica	26
VI.	Cursos del área profesional de la carrera de Ingeniería Eléctrica ..	29
VII.	Selección preliminar.....	82
VIII.	Selección final.....	84
IX.	Carreras de ingeniería impartidas por cada universidad	102
X.	Requisitos de ingreso y de titulación.....	103
XI.	Planes de estudio	104
XII.	Cursos equivalentes del Área de Ciencias Básicas y Complementarias.....	122
XIII.	Cursos equivalentes del Área de Electrotecnia	123
XIV.	Cursos equivalentes del Área de Potencia y Control.....	124
XV.	Comparación de Introducción a la Programación de Computadoras 1	126
XVI.	Comparación de Líneas de Transmisión.....	129
XVII.	Comparación de Conversión de Energía Electromecánica 1	130
XVIII.	Comparación de Transmisión y Distribución	132
XIX.	Comparación de Sistemas de Control 1.....	133
XX.	Comparación de Conversión de Energía Electromecánica 2	135
XXI.	Comparación de Máquinas Eléctricas	136
XXII.	Comparación de Análisis de Sistemas de Potencia 1	137
XXIII.	Comparación de Alta Tensión.....	139
XXIV.	Comparación de Sistemas de Generación.....	140
XXV.	Comparación de Automatización Industrial	141
XXVI.	Comparación de Subestaciones	143
XXVII.	Comparación de Protección de Sistemas de Potencia.....	145
XXVIII.	Comparación de Circuitos Eléctricos I.....	149
XXIX.	Comparación de Teoría Electromagnética 1	150

XXX.	Comparación de Electricidad y Electrónica Básica	151
XXXI.	Comparación de Circuitos Eléctricos II.....	152
XXXII.	Comparación de Instrumentación Eléctrica	153
XXXIII.	Comparación de Electrónica 1	154
XXXIV.	Comparación de Electrónica 3	155
XXXV.	Comparación de Instalaciones Eléctricas.....	156
XXXVI.	Cantidad de cursos por semestre	159
XXXVII.	Distribución de horas obligatorias por semestre.....	161
XXXVIII.	Contabilización de los cursos del Área de Ciencias Básicas y Complementarias	163
XXXIX.	Contabilización de los cursos del Área de Electrotecnia	165
XL.	Contabilización de los cursos del Área de Electrónica	166
XLI.	Contabilización de los cursos del Área de Potencia	167
XLII.	Composición de los planes de estudio	170
XLIII.	Composición del Área de Ciencias Básicas	173
XLIV.	Resultados de Introducción a la Programación de Computadoras 1	182
XLV.	Resultados de Lenguajes de Programación Aplicados a la Ingeniería Eléctrica	183
XLVI.	Resultados de Líneas de Transmisión	184
XLVII.	Resultados de Conversión de Energía Electromecánica 1	185
XLVIII.	Resultados de Transmisión y Distribución	186
XLIX.	Resultados de Sistemas de Control 1	187
L.	Resultados de Conversión de Energía Electromecánica 2.....	188
LI.	Resultados de Máquinas Eléctricas	189
LII.	Resultados de Análisis de Sistemas de Potencia 1.....	190
LIII.	Resultados de Alta Tensión	191
LIV.	Resultados de Sistemas de Generación	192
LV.	Resultados de Automatización Industrial	193

LVI.	Resultados de Subestaciones	194
LVII.	Resultados de Protección de Sistemas de Potencia	196
LVIII.	Resultados de Circuitos Eléctricos 1	198
LIX.	Resultados de Teoría Electromagnética 1.....	199
LX.	Resultados de Electricidad y Electrónica Básica	200
LXI.	Resultados de Circuitos Eléctricos 2	201
LXII.	Resultados Instrumentación Eléctrica	202
LXIII.	Resultados de Electrónica 1.....	204
LXIV.	Resultados de Instalaciones Eléctricas	205
LXV.	Resultados de Electrónica 3.....	206
LXVI.	Resumen de los cambios en la malla curricular	214
LXVII.	Cantidad de cursos y créditos con la propuesta	216

GLOSARIO

<i>Benchmarking</i>	Proceso para evaluar continua y comparativamente productos, servicios y procesos de cualquier tipo de organización, usando <i>benchmarks</i> o comparadores.
Contenido programático	Conjunto de tópicos o temas a tratarse en el desarrollo teórico y práctico de un curso de aprendizaje.
EIME	Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica.
Iberoamérica	Región geográfica que abarca a los países de habla española y portuguesa en América y Europa.
Malla curricular	Representación gráfica del conjunto de cursos que componen un pensum de estudios.
Pensum	Plan o currículo de estudios de una carrera.
PHVA	Proceso consistente de cuatro etapas utilizado para la mejora continua de la calidad.
Programa	Documento que contiene la información específica sobre un curso de aprendizaje teórico o práctico.

Ranking	Listado de posiciones asignadas por el cumplimiento de una serie de criterios, y que está ordenado del mejor al peor.
Reforma	Proceso de actualización, modificación o mejora al pensum de estudios de una carrera universitaria.
UNAM	Universidad Nacional Autónoma de México.
UNLP	Universidad Nacional la Plata. (Argentina).
UPV	Universidad del País Vasco. (España).
UR	Universidad de la República. (Uruguay).
USP	Universidad de São Paulo. (Brasil)
Software	Programa de computación para la modelación, simulación o para la solución matemática de problemas de ingeniería.
Web	Página o sitio de <i>internet</i> .

RESUMEN

Este trabajo de investigación constituye en su totalidad un *benchmarking* ya que se presenta un análisis de la carrera de Ingeniería Eléctrica impartida en la Universidad de San Carlos de Guatemala, con respecto a la misma carrera impartida en otras universidades de la región iberoamericana. El propósito es presentar esta información a la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica pues es la unidad académica que tiene a su cargo impartir esta carrera, así como los procesos de actualización y readecuación que se hagan a ésta. Esta comparación busca mejorar los cursos en cuanto a sus contenidos y servir como un apoyo para los procesos de acreditación y reformas curriculares de la carrera de Ingeniería Eléctrica que se lleguen a implementar.

Inicialmente, se describe la organización y objetivos de la Facultad de Ingeniería y de la EIME. Luego se muestra el posicionamiento actual de la Universidad de San Carlos de Guatemala en la región iberoamericana por medio de *rankings* internacionales. Después, se presenta la situación actual de la carrera, mediante la malla curricular y los contenidos de los programas de los cursos de la EIME.

Determinada la situación de la carrera, se seleccionó un conjunto de universidades, que se encuentran entre las mejores de Iberoamérica y se hace la comparación de la composición de los planes curriculares y los contenidos programáticos de éstas con los de la EIME. Luego, se presentan los resultados de éstas junto con la opinión y propuestas de los catedráticos que imparten los cursos. Por último se presenta una readecuación de la actual malla de estudios.

Finalmente, se presenta una propuesta para llevar a cabo los futuros procesos de actualización o readecuación de la carrera, para lo cual se propone la adaptación del proceso de reformas curriculares a un ciclo PHVA ya que es una herramienta adaptable a cualquier proceso y busca la mejora de la calidad de un proceso de manera continua e iterativa a través del tiempo.

OBJETIVOS

General

Realizar un análisis y una comparación de la red curricular de la carrera de Ingeniería Eléctrica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala a nivel iberoamericano para actualizarlo e incrementar su competitividad.

Específicos

1. Realizar una comparación de los contenidos del Área de Electrotecnia con los contenidos de las universidades iberoamericanas.
2. Comparar los contenidos del Área de Potencia y Control con los contenidos de las demás universidades.
3. Establecer los contenidos a ajustar, reubicar, actualizar e implementar, luego de la comparación.
4. Estandarizar y ordenar los contenidos académicos propuestos que irán dentro de los programas de curso de la carrera de Ingeniería Eléctrica.
5. Determinar una metodología para mejorar continuamente el currículo de la carrera de ingeniería eléctrica, apoyando a la institución en su proceso de acreditación.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, únicamente la Universidad de San Carlos de Guatemala cuenta con la carrera de Ingeniería Eléctrica en Guatemala, por lo que ésta y la Escuela de Ingeniería de Mecánica Eléctrica son las directas responsables de la formación y capacitación de profesionales en esta rama de la ingeniería que es de vital importancia para el desarrollo de la red eléctrica del país. Debido a que es la única carrera reconocida a nivel de licenciatura en el país, se convierte en la única referencia de esta carrera a nivel nacional e internacional, por lo que su actualización y mejora constante son prioritarias para mantener y dar la calidad suficiente a sus egresados y que posteriormente estos puedan dar respuesta a las necesidades de la realidad nacional del país.

Una comparación de los contenidos que actualmente incluye la carrera con los contenidos del pensum de otras universidades iberoamericanas permite comparar, hasta cierto punto, algunas diferencias y similitudes de las realidades y necesidades eléctricas de cada país, pues el pensum de cada carrera refleja las competencias con las que debe contar el egresado para poder dar soluciones a las problemáticas del sector eléctrico y necesidades del sector privado de cada país. Además, permite identificar debilidades, fortalezas y algunas prácticas que pudieran ser adoptadas y adaptadas a la carrera en Guatemala.

El objetivo de esta investigación no es establecer que universidad posee el mejor plan de estudios en la región, ya que para determinar esto es necesario conocer la realidad que enfrenta cada pensum en su propia región y país.

No se puede inferir que quien abarque más contenidos o tenga contenidos más avanzados en sus programas tenga la mejor carrera, en todo caso, si hubiese una que es mejor que otras, será aquella que pueda dar respuestas y soluciones de mejor manera a la realidad de su país.

Este trabajo tampoco constituye la reforma o la readecuación de la carrera, pues como se explicará más adelante, una reforma a la carrera solo puede llevarla a cabo la EIME y requiere de la participación de todos aquellos que tienen relación con la carrera, entre éstos están los estudiantes, los catedráticos, los profesionales egresados de la carrera y los empleadores que contratan ingenieros electricistas.

Finalmente con este trabajo de graduación se logró obtener una idea del nivel que se maneja en otras universidades y compararlo con el nivel de la Universidad de San Carlos de Guatemala y en términos generales, se puede concluir que los conocimientos y competencias dados a los estudiantes de la EIME se asemejan bastante a los conocimientos y competencias adquiridos por otros estudiantes de la región. Las diferencias en la composición de los planes de estudio, tienden a darse con las universidades de países que cuentan con un sector industrial más desarrollado, manifestándose con la existencia de algunos contenidos con los que el resto de las universidades, aquí estudiadas, no cuentan.

1. ANTECEDENTES GENERALES

1.1. Antecedentes de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala

Para conocer un poco acerca de la institución en la que se desarrollará este trabajo de investigación, a continuación se presenta la historia, organización administrativa y funciones de la Facultad de Ingeniería y de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica (EIME).

1.1.1. Facultad de Ingeniería

La Facultad de Ingeniería es una de las 10 facultades que conforman la Universidad de San Carlos de Guatemala. La Facultad de Ingeniería es la más grande e importante de Guatemala, albergando a alrededor de 10 000 estudiantes, convirtiéndola en una de las facultades con mayor población.

1.1.1.1. Descripción

Desde su fundación la Facultad de Ingeniería tiene como objetivo la formación de profesionales de prestigio, que contribuyen, con sus conocimientos, al progreso de Guatemala. La facultad cuenta actualmente con doce carreras de pregrado, dos de ellas ya se encuentran acreditadas por la Agencia Centroamericana de Acreditación de Programas de Arquitectura y de Ingeniería (ACAAI) y otras se encuentran en proceso de acreditación. La facultad cuenta con una escuela de postgrado que ofrece 14 maestrías y 8 postgrados.

1.1.1.2. Historia de la Facultad de Ingeniería

En 1834, en el gobierno de Mariano Gálvez, se creó la Academia de Ciencias, donde empiezan a impartirse conocimientos de álgebra, geometría, trigonometría y física.

Los primeros títulos de Agrimensores los obtienen Francisco Colmenares, Felipe Molina, Patricio de León y el ilustre José Batres Montúfar. A partir de 1840 se exige poseer el título de Bachiller en Filosofía para poder optar al título de Agrimensor. En 1873 se funda la Escuela Politécnica para la formación de ingenieros militares, topógrafos y de telégrafos.

En 1879 se establece la Escuela de Ingeniería en la Universidad de San Carlos de Guatemala y por decreto del gobierno en 1882 se elevó a la categoría de facultad, lo que llevó a su separación de la Escuela Politécnica. El ingeniero Cayetano Batres del Castillo fue el primer decano de la Facultad de Ingeniería. Unos años más tarde, se reduce el programa de estudios de ingeniería a seis años, que inicialmente era de ocho años.

En 1894 por razones económicas la Facultad de Ingeniería se adhiere a la Escuela Politécnica y la Universidad alternativamente. Esta inestabilidad junto a razones políticas, terminan por suprimir la Escuela Politécnica. A partir de 1908 la facultad tuvo una existencia ficticia y fue reabierta por Estrada Cabrera y se le denominó Facultad de Matemáticas.

En 1935 se inicia la época moderna de la facultad con el establecimiento de la carrera de Ingeniería Civil, que surge de la reestructuración de la anterior carrera de Ingeniería en Topografía.

En este mismo año se impulsaron más reformas para elevar el nivel académico del currículum. El nuevo plan incluía conocimientos de física, termodinámica, química, mecánica y electricidad; los cuales eran fundamentales para afrontar las necesidades de desarrollo de Guatemala y dar un impulso a la construcción moderna y a una naciente industria.

A partir de 1944 a la universidad se le asignan recursos financieros del presupuesto del estado, lo que permite a la facultad independizarse de las instituciones gubernamentales e integrarse al régimen autónomo universitario.

En 1953, dentro de la facultad se crea la carrera de Ingeniero Arquitecto, que posteriormente daría paso a la creación de la Facultad de Arquitectura. En 1959 se creó el Centro de Investigaciones de Ingeniería. En 1966 se estable el primer Programa Regional Centroamericano de Estudios de Posgrado, creándose la Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria y la Maestría en Ingeniería Sanitaria. Ya en 1967 se integra la Escuela de Ingeniería Química y se crea la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, encargándose de las carreras de Ingeniería Industrial, Mecánica y Mecánica Industrial.

La Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica se creó en 1968 teniendo a su cargo las carreras de Ingeniería Eléctrica, Mecánica Eléctrica. En 1970, se creó la carrera de Ingeniería en Ciencias y Sistemas a nivel de licenciatura.

En 1970 se aprueba la reestructura y modernización del plan de estudios de la facultad. Al año siguiente se inicia la ejecución del Plan de Reestructuración (Planderest) para impulsar la formación integral mediante la aplicación de un pensum flexible que permite la adaptación al avance tecnológico y a las necesidades de desarrollo productivo del país.

En 1976 se crea la Escuela de Ciencias para atender el área común de las carreras de Ingeniería. En 1980, se crean las carreras de Licenciatura en Matemática Aplicada y Licenciatura en Física Aplicada. Ya en 1986, la carrera de Ingeniería Mecánica se separa de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial. Debido al avance tecnológico en las ramas de ingeniería eléctrica, en 1989 se crea la carrera de Ingeniería Electrónica a cargo de la EIME.

Por último, en 1995 se expande la cobertura académica de la Escuela de Posgrado con nuevos estudios y en 2007 se crea la carrera de Ingeniería Ambiental y más recientemente en 2009 las carreras de Ingeniería Química y Civil son acreditadas por la ACAAI a nivel centroamericano, por un período de alrededor de 4 años.

1.1.1.3. Objetivos

- Formar recursos humanos en el área técnico-científica que necesita Guatemala, dentro del ambiente físico, natural, social económico, antropológico y cultural que lo rodea.
- Proporcionar al estudiante las facilidades y oportunidades necesarias para obtener la formación básica para cualquier especialización técnico-científica, conocer sobre tecnologías aplicadas al medio y crear una mentalidad abierta a cualquier cambio y adaptación futura.
- Proporcionar al estudiante la suficiente formación científica general, en el conocimiento y aplicaciones de las ciencias físico-matemáticas en la tecnología moderna, así como la ciencia y arte de utilizar la materia y energía, para el dominio de la naturaleza, en beneficio del hombre.

- Estructurar una programación adecuada que cubra el conocimiento teórico y la aplicación de las disciplinas básicas de la ingeniería.
- Proporcionar al estudiante experiencia práctica de las situaciones problemáticas que encontrará en el ejercicio de su profesión y capacitarlo para su autoeducación, una vez egrese de las aulas.
- Utilizar métodos de enseñanza-aprendizaje que estén en consonancia con el avance acelerado de la ciencia y la tecnología.
- Intensificar las relaciones con los sectores externos del país vinculados con las diversas ramas de la Ingeniería, no sólo con el fin de conocer sus necesidades, sino para desarrollar una colaboración de mutuo beneficio.

1.1.1.4. Misión

“Formar profesionales en las distintas áreas de la Ingeniería que, a través de la aplicación de la ciencia y la tecnología, conscientes de la realidad nacional y regional, y comprometidos con nuestras sociedades, sean capaces de generar soluciones que se adapten a los desafíos del desarrollo sostenible y los retos del contexto global.”

1.1.1.5. Visión

“Somos una Institución académica con incidencia en la solución de la problemática nacional, formando profesionales en las distintas áreas de la Ingeniería, con sólidos conceptos científicos, tecnológicos, éticos y sociales, fundamentados en la investigación y promoción de procesos innovadores orientados hacia la excelencia profesional.”

1.1.1.6. Organización académica

La Facultad de Ingeniería está organizada en escuelas facultativas, centros, departamentos y unidades académico-administrativas. También integran la Facultad de Ingeniería la Administración General, la Biblioteca Ingeniero Mauricio Castillo C., la Unidad de Ejercicio Profesional Supervisado (EPS), la Unidad de Servicio de Apoyo al Estudiante y Apoyo al Profesor (SAE-SAP) y el Instituto Tecnológico Universitario Guatemala Sur (ITUGS).

1.1.2. Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica (EIME)

La creación de la escuela fue aprobada por el Honorable Consejo Superior Universitario en agosto de 1967. Inició sus labores a principios de 1968 bajo la dirección de su fundador el ingeniero Rodolfo Koenigsberger. Actualmente tiene a su cargo las carreras de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y la carrera combinada de Ingeniería Mecánica Eléctrica.

1.1.2.1. Descripción de la carrera

El profesional de la Ingeniería Eléctrica se desempeña principalmente en el manejo de energía eléctrica en el Área de potencia, desde la generación hasta la utilización energética. Esto incluye la planificación, proyección, diseño, construcción, operación, mantenimiento y administración de sistemas eléctricos de potencia, así como de la especificación, calificación y selección de los materiales ó insumos eléctricos. Además cuenta con conocimientos de ciencias básicas y de ingeniería, que lo preparan para adaptarse a los cambios tecnológicos y ser un autodidacta para dar lo mejor de sí y alcanzar la más alta calidad y dar respuesta a las necesidades del medio tomando en cuenta la realidad cultural y socioeconómica del país.

1.1.2.2. Historia de la fundación de la EIME

Entre 1965 y 1966 que se decide la creación de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica debido a la creciente demanda de ingenieros para atender el desarrollo de la industria eléctrica y de las telecomunicaciones del país. Para tal fin se envió a México un grupo de estudiantes de la carrera de Ingeniería Civil, a estudiar al Tecnológico de Monterrey, y así a su regreso conformar el cuerpo docente de la escuela. La escuela fue fundada por el ingeniero Rodolfo Koenigsberger Badrian, quien también fue el primer director y primer profesor de la misma. La EIME empieza sus funciones en enero de 1968.

Los primeros profesores fueron: los ingenieros Rodolfo Koenigsberger Badrian, César Osorio, Roberto Balsells Figueroa, René Woc García, Efraín Enrique de la Vega Molina, Carlos Enrique Zapparoli Portilla (q.e.p.d.), Olga Heminia Jiménez Muñoz y Julio Colón.

Desde su fundación en 1968 la escuela tiene a su cargo las carreras de Ingeniería Eléctrica y la combinada de Ingeniería Mecánica Eléctrica. En 1989 se creó, bajo la dirección del ingeniero Edgar Montúfar, la carrera de Ingeniería Electrónica, debido al avance tecnológico de esta especialidad.

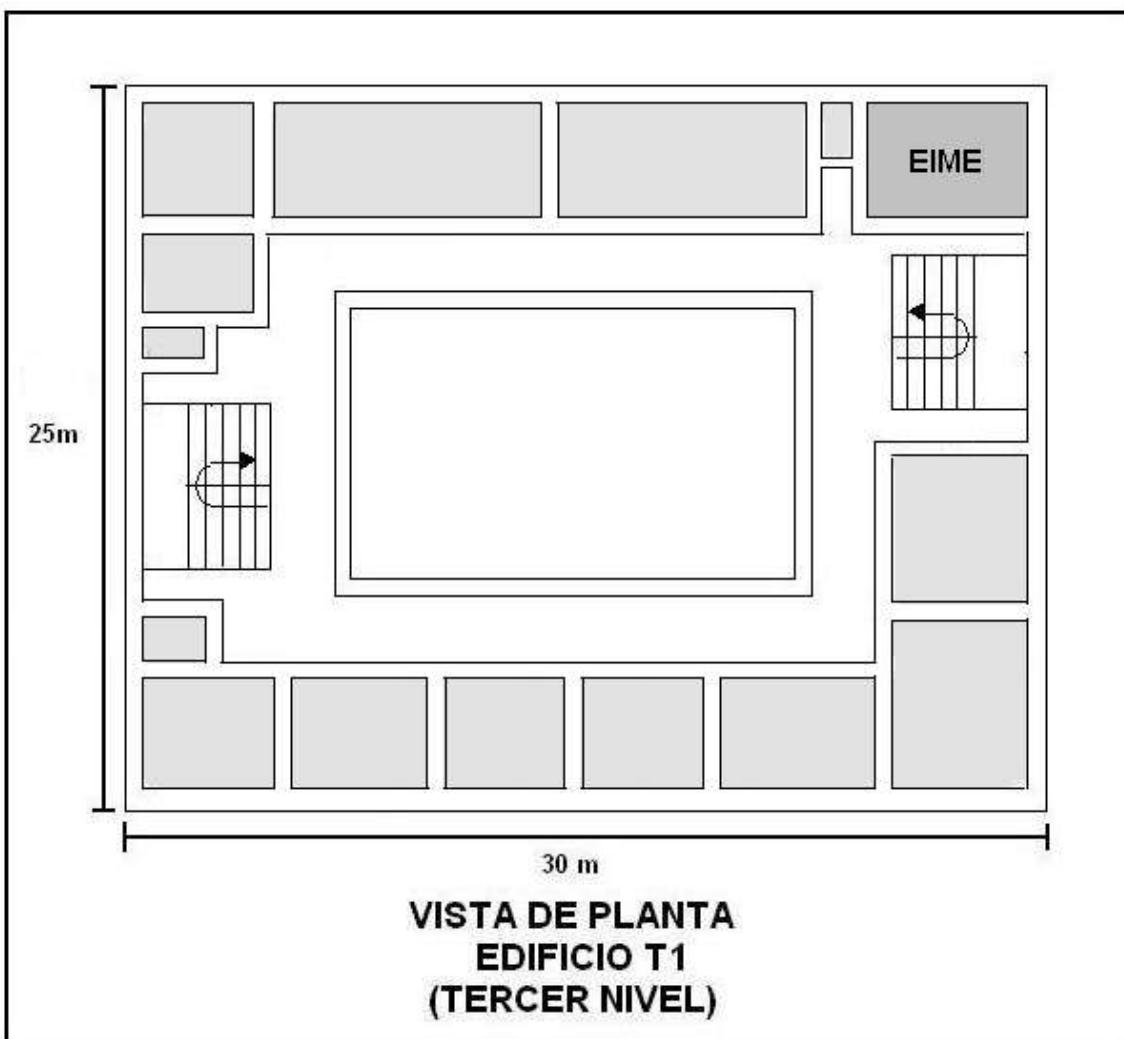
La organización interna de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica está separada en tres áreas definidas que son: Electrotecnia, Potencia y Electrónica; esta última coordina la carrera de Ingeniería Electrónica.

En 2008 se conmemoraron los 40 años de la fundación de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica.

1.1.2.3. Plana física

La Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica estuvo ubicada en un principio en el edificio T-5 y fue trasladada luego al edificio T-1, donde actualmente está. La figura 1 muestra la ubicación de la EIME en la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Figura 1. **Ubicación de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica**



Fuente: elaboración propia.

1.1.2.4. Funciones de la escuela

Formar egresados comprometidos con la realidad nacional y que según su especialidad, tengan capacidad para el diseño, construcción, mantenimiento, operación de equipos y sistemas mecánico-eléctricos, eléctricos y electrónicos. El egresado está capacitado para enfrentar y absorber cambios tecnológicos y adaptarse a ellos, así como para ser causa y partícipe de los mismos. El egresado es un autodidacta, que da lo mejor de sí, para alcanzar la más alta calidad, dando respuestas a las necesidades del medio, teniendo en cuenta la realidad cultural y socioeconómica del país.

1.1.2.5. Objetivos

- Desarrollar el proceso enseñanza-aprendizaje de los cursos profesionales de las carreras que pertenecen a la escuela.
- Desarrollar prácticas de laboratorios que coadyuven en la formación de los estudiantes de Ingeniería Mecánica Eléctrica, Eléctrica y Electrónica.
- Desarrollar tesis o trabajos de graduación en las carreras mencionadas, enfocadas en la solución de problemas relacionados con las disciplinas de Ingeniería Mecánica Eléctrica, Eléctrica y Electrónica en Guatemala.
- Promover la capacitación de los docentes y el personal administrativo de la escuela.
- Contar con una plan de estudios actualizados acordes a las necesidades y cambios tecnológicos que se prevean en el mediano y largo plazo en las carreras que se imparten en la escuela.

- Formar profesionales capacitados para servir al país, en las especialidades de: Electrónica, Comunicaciones, Potencia, Electrotecnia, Electromecánica y otras afines para satisfacer las necesidades actuales del país y promover su transformación requerida.
- Difundir los conocimientos y avances tecnológicos de las distintas áreas que comprende cada disciplina a través de actividades extra aula.
- Desarrollar la capacidad para auto formarse y fomentar el espíritu de investigación de los estudiantes.

1.1.2.6. Misión

“Formar profesionales competentes, con principios éticos y conciencia social, en los campos de las Ingenierías Mecánica Eléctrica, Eléctrica y Electrónica, mediante técnicas de enseñanza actualizadas y fundamentados en la investigación, comprometidos con la sociedad, con el fin de contribuir al bien común y al desarrollo sostenible del país y de la región.”

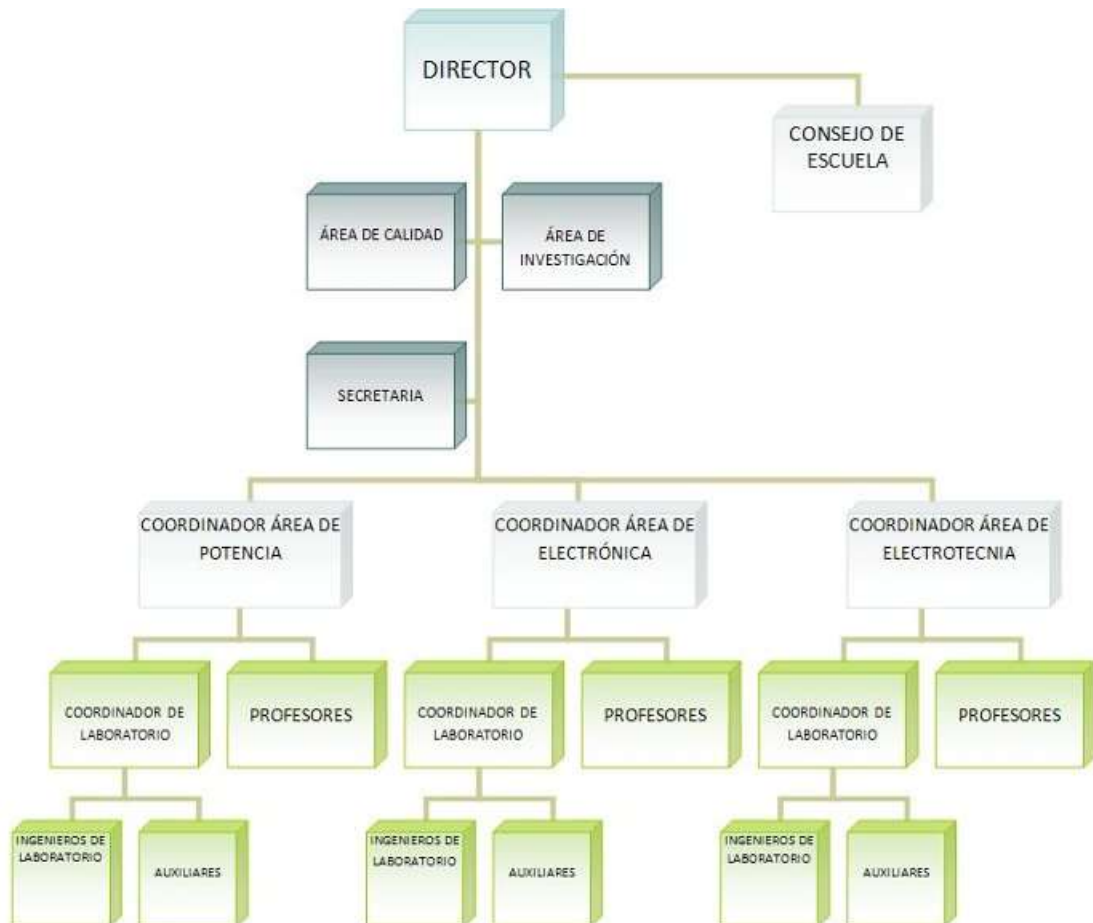
1.1.2.7. Visión

“Ser la institución académica líder a nivel nacional y regional, con incidencia en la problemática nacional, en la formación de profesionales de calidad, en los campos de las Ingenierías Mecánica Eléctrica, Eléctrica y Electrónica, emprendedores, con sólidos conocimientos científicos, tecnológicos, éticos, sociales, fundamentados en la investigación, orientados hacia la excelencia, reconocidos internacionalmente y comprometidos con el desarrollo sostenible de Guatemala y de la región.”

1.1.2.8. Organigrama

La figura 2 muestra la organización administrativa de la EIME, la cual está integrada por personal administrativo, auxiliares, docentes, coordinadores de área académica y laboratorio y el consejo de escuela presidido por el director de la escuela.

Figura 2. Organigrama de la Escuela de Ingeniería de Mecánica Eléctrica



Fuente: EIME. http://eime.ingenieria.usac.edu.gt/images/stories/eime/organigrama_eime.jpg.

Consulta: agosto de 2012.

1.1.2.9. Perfil del egresado y campo de acción

El perfil del egresado y campo de acción desarrollado por la EIME en 2012 adecuará el plan de estudios de la carrera de Ingeniería Eléctrica de la Universidad de San Carlos de Guatemala para que los egresados sean capaces de:

- Comprender y aplicar las tecnologías y recursos para la generación, transmisión y distribución de la energía eléctrica. Implementar procesos y gestionar proyectos eficientemente.
- Diseñar, operar y gestionar sistemas eléctricos eficientes para el suministro de la energía eléctrica de acuerdo con normas y estándares vigentes y dentro del Marco Regulatorio del Sector Eléctrico de Guatemala, para mitigar el impacto ambiental. Además, implementa planes y estrategias de mantenimiento preventivo y correctivo para estos sistemas.
- Diseñar, programar, operar y gestionar sistemas eléctricos automatizados de acuerdo con las normas vigentes y dentro del Marco Regulatorio del Sector Eléctrico de Guatemala, para mitigar el impacto ambiental.
- Interpretar y elaborar diagramas de sistemas eléctricos de acuerdo a las necesidades. Manejar los equipos, herramientas y materiales disponibles en el medio para la construcción de sistemas eléctricos.
- Diseñar, formular, ejecutar y evaluar proyectos de desarrollo para el uso óptimo de la energía eléctrica, tomando en cuenta el tipo de servicio a prestar y las condiciones socioeconómicas y culturales del medio.

- Resolver problemas de Ingeniería Eléctrica formulando soluciones óptimas. Orienta a los usuarios en el uso eficiente de la misma y dirige, coordina y trabaja en grupos interdisciplinarios.
- Desarrollar proyectos reconociendo la importancia del contexto social en la práctica de su profesión.
- Comunicarse con eficiencia y eficacia en forma oral y escrita en el idioma materno y en idioma inglés general y técnico para facilitar su interacción con la población, tanto para dar instrucciones como para presentar informes y participar como ponente, conferencista o expositor del resultado de sus investigaciones, lecturas o propuestas.
- Ejercer su profesión con principios éticos, rindiendo cuentas de costos y beneficios de proyectos bajo su responsabilidad, de manera clara y precisa.
- Construir modelos de circuitos y sistemas eléctricos para su simulación a través de herramientas informáticas.
- Poseer conocimientos teórico-prácticos de disciplinas complementarias, tales como administración, ingeniería económica, gestión y evaluación de proyectos. Ser consciente de su necesidad de capacitación y actualización continua para su mejor desempeño.

1.2. Iberoamérica

Iberoamérica es la región geográfica que agrupa a todos aquellos países que fueron colonia de los países de la región ibérica de Europa, España y Portugal, estos dos también integran la región. Es una región culturalmente cohesionada y una de las regiones más grandes del mundo.

El término Iberoamérica difiere al de Hispanoamérica y Latinoamérica, el primero refiere únicamente a los países de habla española, mientras que Latinoamérica refiere a un territorio más amplio que agrupa a los países de habla española y portuguesa. Además incluye a los territorios colonizados por Francia como la Guayana Francesa y Haití, pero se exceptúa a Canadá y Luisiana.

El Índice de Desarrollo Humano va desde medio hasta muy alto. Los países más desarrollados de la región son España, Portugal, Brasil, Argentina, México y Chile, solo éste último no tiene representación en el Grupo de los 20 (G-20), los países más industrializados del mundo. Brasil, la economía más fuerte de la región actualmente ha desplazado al Reino Unido del sexto puesto de las economías más grandes del mundo y forma parte de las llamadas economías emergentes.

España, Portugal, Brasil y México son los países que cuentan con la mayor cantidad de universidades y son los que aportan la mayoría de producciones científicas como tesis, tesinas, artículos entre otros.

La tabla I muestra el listado de los países de la región de Iberoamérica.

Tabla I. Países de Iberoamérica

No	País	Extensión (Km ²)	Población
1	 Brasil	8,514,877	198,739,269
2	 Argentina	2,780,400	40,913,584
3	 México	1,964,375	112,322,757
4	 Perú	1,285,216	29,885,340
5	 Colombia	1,138,914	45,644,023
6	 Bolivia	1,098,581	10,027,644
7	 Venezuela	916,445	30,102,382
8	 Chile	756,102	17,094,275
9	 España	504,645	47,021,031
10	 Paraguay	406,752	6,995,655
11	 Ecuador	283,561	13,067,000
12	 Uruguay	176,215	3,494,382
13	 Nicaragua	130,370	5,891,199
14	 Honduras	112,090	7,792,854
15	 Cuba	110,860	11,451,652
16	 Guatemala	108,889	15,655,189
17	 Portugal	92,391	11,317,192
18	 Panamá	75,420	3,450,349
19	 Costa Rica	51,100	4,579,000
20	 República Dominicana	48,670	10,090,000
21	 El Salvador	21,041	7,185,218
22	 Puerto Rico	13,790	3,971,020
23	 Andorra	468	84,484
TOTAL		20,493,172	636,775,499

Fuente: www.es.wikipedia.org/wiki/Iberoamérica. Consulta: abril de 2011.

2. SITUACIÓN ACTUAL

2.1. Posicionamiento de la Universidad de San Carlos de Guatemala a nivel iberoamericano

Para establecer la situación actual de la Universidad de San Carlos de Guatemala entre las universidades de Iberoamérica, se utilizarán los *rankings* SIR 2011 y Webometrics 2012, que miden la calidad educativa de instituciones de educación superior a nivel iberoamericano y mundial, respectivamente.

2.1.1. *Ranking* iberoamericano SIR

El *ranking* iberoamericano SIR (Scimago Institutions Rankings) 2011 es la segunda edición del *ranking* y constituye una herramienta de análisis y evaluación de la actividad investigadora de las instituciones de educación superior en Iberoamérica.

Este *ranking* es realizado con un doble propósito, el primero es servir como herramienta para que gestores institucionales, investigadores y medios de comunicación comprueben la adecuación de los resultados de investigación de las instituciones con los objetivos establecidos en los planes y programas nacionales de ciencia. El segundo propósito del *ranking* es servir como instrumento de *benchmarking* a las mismas instituciones educativas.

El *ranking* incluye todas las universidades iberoamericanas que han producido alguna comunicación científica presente en la base de datos Scopus durante el período 2005 – 2009.

2.1.1.1. Metodología

El *ranking* iberoamericano SIR 2011 presenta un perfil basado en datos cuantitativos de publicación y citación para analizar la actividad investigadora de todas las instituciones iberoamericanas de enseñanza superior. Para su elaboración se han analizado las publicaciones científicas (artículos evaluados, contribuciones a congresos, borradores, monografías, tesis doctorales, informes, etc.), incluidas en el índice de citas Scopus producido por Elsevier. Scopus es la mayor base de datos científica del mundo.

Para estas instituciones se analizan los datos de publicación y citación correspondientes al período 2005 - 2009. Los datos relativos a la producción corresponden a aquellos artículos que incluyen alguna dirección perteneciente a cada una de las instituciones. Para los datos basados en citación se han analizado todas las publicaciones del mundo en el período establecido.

2.1.1.2. Indicadores

La selección de los indicadores que componen el *ranking* busca resaltar aspectos relativos al rendimiento, impacto científico y el grado de internacionalización de las instituciones iberoamericanas. Los indicadores son:

- Producción Científica (PC): producción científica medida en número de publicaciones en revistas científicas. Este indicador ofrece una idea general del tamaño de una institución. En publicaciones con varios autores, se asigna un punto a cada institución participante.

- Colaboración Internacional (CI): ratio de publicaciones científicas de una institución que han sido hechas junto con instituciones de educación superior de otros países.
- Calidad Científica Promedio (CCP): impacto científico de una institución después de eliminar la influencia del tamaño y perfil temático de la institución. El CCP permite comparar la “calidad” de la investigación de una institución sin importar su tamaño o perfil de investigación.
- Porcentaje de Publicaciones en Revistas del Primer Cuartil SJR (Q1): este indicador muestra la cantidad de publicaciones que tiene cada universidad en el 25 por ciento de las revistas más influyentes del mundo. Además mide la influencia o prestigio científico de las revistas analizando la cantidad y procedencia de las citas que recibe una revista científica.

2.1.1.3. Tabla de posiciones del *Ranking SIR*

A continuación en la tabla II se muestra el listado de la mejor universidad de cada país de Iberoamérica según el *ranking* iberoamericano SIR 2011.

Tabla II. **Posiciones del *ranking* SIR**

No	Universidad	País	Puesto en Iberoamérica
1	Universidad de São Paulo	Brasil	1
2	Universidad Nacional Autónoma de México	México	2
3	Universidad de Barcelona	España	4
4	Universidad de Buenos Aires	Argentina	9
5	Universidad Técnica de Lisboa	Portugal	14
6	Universidad de Chile	Chile	19
7	Universidad de Puerto Rico	Puerto Rico	40
8	Universidad Nacional de Colombia	Colombia	56
9	Universidad de la República	Uruguay	70
10	Universidad Central de Venezuela	Venezuela	72
11	Universidad de la Habana	Cuba	107
12	Universidad de Costa Rica	Costa Rica	126
13	Universidad Peruana Cayetano Heredia	Perú	147
14	Universidad San Francisco de Quito	Ecuador	251
15	Universidad Mayor de San Andrés	Bolivia	266
16	Universidad de Panamá	Panamá	347
17	Universidad Nacional de Asunción	Paraguay	352
18	Universidad de San Carlos de Guatemala	Guatemala	398
19	U. Nacional Autónoma de Nicaragua, León	Nicaragua	422
20	U. Nacional Autónoma de Honduras	Honduras	492
21	Universidad de El Salvador	El Salvador	574
22	Universidad Autónoma Santo Domingo	R. Dominicana	687

Fuente: www.scimagoir.com/pdf/sir_2011_world_report.pdf. Consulta: marzo de 2012

2.1.2. **Ranking web de universidades del mundo**

El *ranking web* de universidades se publica 2 veces al año, en enero y julio y contiene información de alrededor de 20 000 instituciones de educación superior de todo el mundo. El objetivo de este *ranking* es promover que las universidades publiquen en la *web* y evaluar el compromiso de las mismas para la distribución electrónica, y el de luchar contra la brecha digital.

2.1.2.1. Metodología

El *Ranking Web* de Universidades del Mundo en su edición 2012, utiliza como unidad de análisis el dominio institucional, así que sólo universidades y centros de investigación con un dominio independiente son consideradas. El catálogo de instituciones no incluye sólo universidades sino que además incluye otras instituciones de educación superior.

La actividad universitaria es multidimensional y se refleja en su presencia *web*. Este *ranking* no valora el rendimiento basándose únicamente en la producción en la *web*, sino que además cuantifica un rango de actividades que reflejan la actividad global de las instituciones.

Se mide el volumen, visibilidad e impacto de las páginas *web* publicadas por las universidades, con un énfasis especial en la producción científica (artículos evaluados, contribuciones a congresos, borradores, monografías, tesis doctorales, informes, etc.), pero también teniendo en cuenta otros materiales como el proveniente de cursos, documentación de seminarios o grupos de trabajo, bibliotecas digitales, bases de datos, multimedia, etc., y la información de la institución, sus departamentos y grupos de investigación.

2.1.2.2. Indicadores

Los indicadores utilizados en este *ranking*, miden aspectos relativos a la página *web* de cada una de las instituciones estudiadas. Los indicadores son:

- Factor de Impacto *Web* (WIF): este indicador combina el número de enlaces externos con el número de páginas *web* de un dominio, siguiendo una relación 1 a 1 entre visibilidad y tamaño.

El tamaño incluye el número de ficheros ricos que contiene un dominio *web*, y el número de publicaciones comprendidas en la base de datos de Google Académico.

- Tamaño (S): número de páginas recuperadas desde el motor de búsqueda: Google. Hasta el año pasado se incluía también a Yahoo, Live Search y Exalead. Este indicador tiene un 10 por ciento de importancia.
- Visibilidad (V): el número de enlaces externos recibidos (*inlinks*) por el número de dominios que los originan, obtenidos de Majestic SEO datos históricos. Este indicador tiene el 50 por ciento de importancia.
- Ficheros ricos (R): los formatos de archivo Adobe Acrobat (.pdf), Adobe PostScript (.ps y .eps), Microsoft Word (.doc y docx) y Microsoft PowerPoint (.ppt y pptx) fueron seleccionados por su relevancia en las actividades académicas y de publicación. Estos datos fueron extraídos a través de Google. Este indicador tiene un 10 por ciento de importancia.
- Académico (Sc): los resultados obtenidos de Google Académico comprenden artículos, informes y otros documentos académicos publicados entre 2007 y 2011. Este indicador tiene un 30 por ciento de relevancia.

2.1.2.3. Tabla de posiciones del *Ranking* *Webometrics*

A continuación se muestra en la tabla III el listado de la mejor universidad de cada país de Iberoamérica según el *ranking* Webometrics 2012

Tabla III. Posiciones del *ranking* Webometrics

No	Universidad	País	Puesto mundial
1	Universidad de São Paulo	Brasil	20
2	Universidad Nacional Autónoma de México	México	38
3	Universidad Politécnica de Cataluña Barcelona	España	41
4	Universidad de Porto	Portugal	79
5	Universidad de Chile	Chile	153
6	Universidad de Buenos Aires	Argentina	326
7	Universidad Nacional de Colombia	Colombia	357
8	Universidad de Costa Rica	Costa Rica	403
9	Universidad de Puerto Rico	Puerto Rico	579
10	Universidad de los Andes Mérida	Venezuela	640
11	Universidad Nacional Mayor de San Marcos	Perú	810
12	Universidad de la Habana	Cuba	1300
13	Universidad San Carlos de Guatemala	Guatemala	1640
14	Escuela Superior Politécnica	Ecuador	1825
15	Universidad Nacional Agraria	Nicaragua	2124
16	Universidad de la República	Uruguay	2391
17	U. Centroamericana José Simeón Cañas	El Salvador	2637
18	Universidad Mayor de San Simón	Bolivia	2861
19	Universidad APEC	R. Dominicana	3178
20	Universidad Nacional de Asunción	Paraguay	3207
21	Universidad Nacional Autónoma de Honduras	Honduras	4734
22	Universidad de Panamá	Panamá	4855
23	Universidad de Andorra	Andorra	7047

Fuente: www.webometrics.info/en/Latin_America. Consulta: marzo de 2012

- Análisis FODA de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica

Para obtener una idea de la situación de EIME, se presenta el siguiente análisis FODA que proporciona información, tanto del entorno interno como del entorno externo de la escuela. Considerando las estrategias para la maximización de las fortalezas y oportunidades (estrategia FO), la minimización de debilidades y maximización de oportunidades (estrategia DO), la maximización de fortalezas y minimización de amenazas (estrategia FA) y la minimización de debilidades y amenazas (estrategia DA).

Tabla IV. Análisis FODA de la EIME

	FORTALEZAS	DEBILIDADES
FACTORES INTERNOS	<p>Personal administrativo de la Escuela relativamente pequeño.</p> <p>Catedráticos con conocimientos y experiencia suficientes para impartir los cursos.</p> <p>Población estudiantil más reducida que la de otras escuelas de la Facultad.</p> <p>Cursos profesionales con atención más personalizada.</p> <p>La EIME cuenta con la única carrera de Ingeniería Eléctrica en Guatemala.</p> <p>Existencia de la carrera por 44 años.</p>	<p>Presupuesto inexistente para ampliar plazas docentes.</p> <p>Crítica hacia algunos docentes que no llenan las expectativas de los estudiantes.</p> <p>Reducida comunicación entre los docentes en asuntos curriculares.</p> <p>Falta de acceso a recursos económicos para equipamiento de laboratorios y uso de softwares con licencia.</p> <p>Reducido uso de herramientas tecnológicas para la enseñanza y aprendizaje.</p> <p>Dificultad para actualizar bibliografía.</p>
FACTORES EXTERNOS	<p>Pensum con diferentes opciones para una formación en diferentes áreas.</p>	
OPORTUNIDADES	ESTRATEGIAS FO	ESTRATEGIAS DO
<p>Concretar el proceso de acreditación y contar con una certificación a nivel centroamericano.</p> <p>Ser el modelo de referencia para aquellas universidades del país que quieran implementar la carrera de Ingeniería Eléctrica.</p> <p>Realización de una reforma curricular involucrando a las demás unidades de la Facultad con incidencia en la carrera.</p> <p>Uso de softwares gratuitos disponibles en Internet.</p> <p>Utilización de nuevas técnicas de enseñanza.</p> <p>Destacar la importancia de la carrera de Ingeniería Eléctrica para el país, fuera de la universidad.</p>	<p>Involucramiento y compromiso de los integrantes de la EIME para el desarrollo del proceso de acreditación.</p> <p>Revisión periódica de los contenidos curriculares de la carrera.</p> <p>Establecer contenidos que puedan ser mejorados, actualizados o profundizados.</p> <p>Creación de cursos libres para la capacitación de personas ajenas a la EIME.</p> <p>Reforzamiento y enfoque empresarial del profesional de la Ingeniería Eléctrica.</p> <p>Liderar y marcar la pauta de conocimientos de ingeniería eléctrica en el país.</p> <p>Comunicación con las diferentes unidades de la facultad para realizar ajustes en función de las necesidades de la carrera.</p>	<p>Capacitación de los catedráticos en técnicas de docencia para la mejora de la enseñanza.</p> <p>Capacitación de los docentes en las ramas de la Ingeniería Eléctrica para su actualización de conocimientos.</p> <p>Apertura de la comunicación entre estudiantes y docentes.</p> <p>Apertura con empresas e instituciones para uso de instalaciones, uso y donación de equipos, cooperación y realización de pasantías y prácticas.</p> <p>Solicitud de cooperación a las escuelas ya acreditadas, para llevar a cabo la acreditación.</p> <p>Uso de herramientas computacionales para la enseñanza y aprendizaje.</p>
AMENAZAS	ESTRATEGIAS FA	ESTRATEGIAS DA
<p>Imposición de acciones solicitadas por agentes externos, entre las que se incluye el despido de algunos catedráticos.</p> <p>Baja disponibilidad de catedráticos por tener mejores condiciones de empleo.</p> <p>Desactualización de la carrera con las necesidades del país por carencia de una unidad encargada para reformas al pensum.</p> <p>La carencia de la carrera de Ingeniería Eléctrica en otras universidades no promueve la competencia y mejoras entre los profesionales egresados.</p>	<p>Exposición de las diferencias y búsqueda de consensos para una solución bipartita.</p> <p>Entorno y condiciones de trabajo agradables y atractivas, facilitación de capacitación, reconocimientos.</p> <p>Solicitar asesoría para el establecimiento de una unidad encargada de actualizaciones y reformas curriculares.</p> <p>Desarrollar periódicamente comparaciones curriculares y académicas con las carreras de Ingeniería Eléctrica impartidas en universidades extranjeras.</p>	<p>Reunión de catedráticos de la EIME para solucionar deficiencias entre los cursos que son pre y pos requisitos.</p> <p>Establecer y definir de manera adecuada y ordenada el proceso de reformas curriculares a la carrera.</p> <p>Consideración de la opinión de estudiantes, egresados, empresas y otros sectores interesados para realizar la reforma y actualización de la carrera.</p> <p>Solicitar al Departamento de Asesoría y Orientación Curricular el apoyo necesario para realizar las reformas a la carrera.</p>

Fuente: elaboración propia.

2.2. Listado de cursos de la carrera de Ingeniería Eléctrica

Los cursos impartidos por la EIME, se pueden clasificar inicialmente en cursos del ciclo básico o área común y en cursos del ciclo profesional. El ciclo básico está conformado por los primeros dos años de la carrera, en donde se abarcan las bases para la carrera de ingeniería que son los cursos de matemática, física, química y estadística principalmente. El ciclo profesional tiene una duración de 3 años y está constituido por cursos específicos a la Ingeniería Eléctrica y cursos complementarios, que sirven de apoyo y conocimientos para el desenvolvimiento del profesional dentro de una organización.

El pensum de la carrera de Ingeniería Eléctrica, también puede ser dividida en cinco partes, de las cuales únicamente serán abarcadas en esta investigación dos de ellas que son el Área de Electrotecnia y el Área de Potencia y Control, además de éstas, están las Áreas de Ciencias Básicas y Complementarias, Ejercicio Profesional Supervisado (EPS) y los cursos del Diplomado en Competencias Gerenciales, los cuales son de carácter optativo y se encuentran distribuidos dentro del Área de Ciencias Básicas y Complementarias.

Los cursos pertenecientes al Área de Electrotecnia y de Potencia y Control se encuentran a cargo de la EIME, mientras que los cursos de las otras áreas se encuentran a cargo de las distintas escuelas de la Facultad de Ingeniería. Los cursos abarcados por el Área de Electrotecnia se enfocan y tiene como objetivo introducir al estudiante en el conocimiento de las ciencias básicas de la electricidad, electrónica y electromagnetismo a nivel de ingeniería. Se aplican conocimientos de ciencias como la física y las matemáticas para generar, transportar, distribuir y utilizar la energía eléctrica.

Los cursos del Área de Potencia y Control están enfocados hacia la generación, transmisión, distribución y uso de energía eléctrica, aquí son aplicados los conocimientos del Área de Electrotecnia.

2.2.1. Ciclo básico

A continuación se muestra el listado de cursos que componen el ciclo básico de la carrera de Ingeniería Eléctrica. Se muestra el código del curso, así como el número de créditos que se obtiene por aprobar el curso, los prerrequisitos necesarios para poder abrir y asignar un curso, en caso de que los hubiese y también se muestra al área al que pertenece cada curso.

Tabla V. **Cursos del área común de la carrera de Ingeniería Eléctrica**

CICLO BÁSICO						
PRIMER SEMESTRE						
Código	Nombre del Curso	Ob.	Op.	Área	Cr.	Prerrequisito
003	Orientación y Liderazgo	X		C. B. y C.	1	---
006	Idioma Técnico 1		X	C. B. y C.	2	---
017	Social Humanística 1	X		C. B. y C.	4	---
039	Deportes 1		X	C. B. y C.	1	---
069	Técnica Complementaria 1	X		C. B. y C.	3	---
101	Matemática Básica 1	X		C. B. y C.	7	---
348	Química General 1	X		C. B. y C.	3	---

Continuación de la tabla V.

SEGUNDO SEMESTRE						
Código	Nombre del Curso	Ob.	Op.	Área	Cr.	Prerrequisito
005	Técnicas de Estudio e Investigación	X		C. B. y C.	3	---
008	Idioma Técnico 2		X	C. B. y C.	2	6
019	Social Humanística 2	X		C. B. y C.	4	17
040	Deportes 2		X	C. B. y C.	1	39
071	Técnica Complementaria 2		X	C. B. y C.	3	69
103	Matemática Básica 2	X		C. B. y C.	7	101
147	Física Básica	X		C. B. y C.	5	101
769	Introducción a la Programación de Computadoras	X		C. B. y C.	4	101 17 Créditos
TERCER SEMESTRE						
Código	Nombre del Curso	Ob.	Op.	Área	Cr.	Prerrequisito
009	Idioma Técnico 3		X	C. B. y C.	2	8
018	Filosofía de la Ciencia		X	C. B. y C.	3	19
022	Psicología Industrial		X	C. B. y C.	3	90 Créditos.
028	Ecología		X	C. B. y C.	3	90 Créditos.
107	Matemática Intermedia 1	X		C. B. y C.	10	103
150	Física 1	X		C. B. y C.	6	103 y 147
352	Química 2		X	C. B. y C.	4	101, 147 y 348
650	Contabilidad 1		X	C. B. y C.	3	90 Créditos.
662	Legislación 1		X	C. B. y C.	3	90 Créditos.
991	Lenguajes de Programación Aplicados a la Ingeniería Eléctrica	X		C. B. y C.	3	769
2025	Práctica Inicial	X		E.P.S.	---	103

Continuación de la tabla V.

Cuarto Semestre						
Código	Nombre del Curso	Ob.	Op.	Área	Cr.	Prerrequisito
010	Lógica		X	C. B. y C.	2	19
011	Idioma Técnico 4		X	C. B. y C.	2	9
073	Dibujo Técnico Mecánico		X	C. B. y C.	3	069 y 90 Cr.
080	Topografía 1		X	C. B. y C.	6	107
112	Matemática Intermedia 2	X		C. B. y C.	2	107
114	Matemática Intermedia 3	X		C. B. y C.	5	107
152	Física 2	X		C. B. y C.	6	107 y 150
732	Estadística 1	X		C. B. y C.	5	107 y 005

Fuente: elaboración propia.

Observaciones para la tabla V:

Ob.: Obligatorio C.B. y C.: Ciencias Básicas y Complementarias
 Op.: Optativo E.: Electrotecnia
 Cr.: Créditos P. y C.: Potencia y Control

2.2.2. Ciclo profesional

Ahora se mostrarán los cursos que componen el ciclo profesional de la carrera de Ingeniería Eléctrica. De igual manera que en el apartado anterior se muestra el código del curso, el número de créditos que se obtiene por aprobar el curso, los prerrequisitos necesarios para poder abrir y asignar un curso, en el caso de que los hubiese y también se muestra al área al que pertenece cada curso.

Tabla VI. **Cursos del área profesional de la carrera de Ingeniería Eléctrica**

CICLO PROFESIONAL						
Quinto Semestre						
Código	Nombre del Curso	Ob.	Op.	Área	Cr.	Prerrequisito
118	Matemática Aplicada 1	X		C. B. y C.	6	112 y 114
123	Matemática Aplicada 5	X		C. B. y C.	4	112 y 114
154	Física 3	X		C. B. y C.	6	152
204	Circuitos Eléctricos 1	X		E.	6	112, 114 y 152
368	Principios de Metrología		X	C. B. y C.	3	732, 152, 348
601	Investigación de Operaciones 1		X	C. B. y C.	5	991
736	Análisis Probabilístico	X		C. B. y C.	4	732
Sexto Semestre						
Código	Nombre del Curso	Ob.	Op.	Área	Cr.	Prerrequisito
022	Psicología Industrial		X	C. B. y C.	3	90 Créditos.
120	Matemática Aplicada 2		X	C. B. y C.	6	118
122	Matemática Aplicada 4		X	C. B. y C.	4	118
156	Física 4	X		C. B. y C.	6	154
206	Circuitos Eléctricos 2	X		E.	6	118, 123 y 204
210	Teoría Electromagnética 1	X		E.	6	118, 123 y 154
462	Electricidad y Electrónica Básica	X		E.	5	152
662	Legislación 1		X	C. B. y C.	3	90 Créditos.

Continuación de la tabla VI.

Séptimo Semestre						
Código	Nombre del Curso	Ob.	Op.	Área	Cr.	Prerrequisito
116	Matemática Aplicada 3		X	C. B. y C.	5	112, 114
170	Mecánica Analítica 1	X		C. B. y C.	5	107, 150
211	Teoría Electromagnética 2		X	E.	2	210
212	Conversión de Energía Electromecánica 1	X		P. y C.	2	204, 210
218	Líneas de Transmisión 1	X		P. y C.	5	204, 210
230	Instrumentación Eléctrica	X		E.	6	206, 732
232	Electrónica 1	X		E.	6	204, 462
658	Administración de Personal	X		C. B. y C.	3	22
664	Legislación 2		X	C. B. y C.	3	662
2036	Practica Intermedia	X		E.P.S.	---	2025 y 120 Cr.
Octavo Semestre						
Código	Nombre del Curso	Ob.	Op.	Área	Cr.	Prerrequisito
213	Conversión de Energía Electromecánica 2	X		P. y C.	5	212
214	Máquinas Eléctricas	X		P. y C.	6	206 y 212
219	Transmisión y Distribución	X		P. y C.	5	170, 212 y 218
236	Sistemas de Control 1	X		P. y C.	6	212 y 232
240	Electrónica 2		X	E.	6	156, 206 y 232
250	Mecánica de Fluidos		X	C. B. y C.	6	114, 170
630	Ingeniería de la Producción		X	C. B. y C.	5	165 Créditos.
656	Administración de Empresas 1		X	C. B. y C.	5	150 Créditos
700	Ingeniería Económica 1	X		C. B. y C.	5	732

Continuación de la tabla VI.

Noveno Semestre						
Código	Nombre del Curso	Ob.	Op.	Área	Cr.	Prerrequisito
001	Ética Profesional		X	C. B. y C.	4	200 Créditos.
208	Instalaciones Eléctricas	X		E.	6	214
220	Análisis de Sistemas de Potencia 1	X		P. y C.	5	213, 214 y 218
224	Alta Tensión	X		P. y C.	5	213, 214 y 210
241	Radiocomunicaciones Terrestres		X	C. B. y C.	5	211
242	Comunicaciones 1		X	C. B. y C.	6	240 y 736
246	Electrónica 3	X		E.	6	232
288	Introducción a la Evaluación de Impacto Ambiental		X	C. B. y C.	4	190 Créditos.
335	Gestión de Desastres		X	C. B. y C.	3	630
390	Termodinámica 1		X	C. B. y C.	5	250
656	Administración de Empresas 1	X		C. B. y C.	5	150 Créditos.
657	Administración de Empresas 2		X	C. B. y C.	3	658
799	Seminario de Investigación	X		E.	4	200 Créditos.
2037	Practica Final	X		E.P.S.	---	2036 y 200 Cr.
Décimo Semestre						
Código	Nombre del Curso	Ob.	Op.	Área	Cr	Prerrequisito
216	Subestaciones	X		P. y C.	5	213, 214 y 218
221	Sistemas de Generación	X		P. y C.	5	220 y 236
222	Protección de Sistemas de Potencia	X		P. y C.	6	220
238	Automatización Industrial	X		P. y C.	6	214
248	Electrónica 5		X	E.	6	246
706	Preparación y Evaluación de Proyectos 1	X		C. B. y C.	4	700 y 190 Cr.

Fuente: elaboración propia.

Observaciones para la tabla VI:

Ob.: Obligatorio	C.B. y C.: Ciencias Básicas y Complementarias
Op.: Optativo	E.: Electrotecnia
Cr.: Créditos	P. y C.: Potencia y Control

- Cursos del diplomado

La carrera de Ingeniería Eléctrica actualmente cuenta con la opción de poder obtener el Diplomado en Competencias Gerenciales, el cual está conformado por cursos de administración que son impartidos, en su mayoría, por la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial (EMI). Los cursos que componen este diplomado optativo son los siguientes:

- Psicología Industrial
- Administración de Personal
- Administración de Empresas 1
- Administración de Empresas 2
- Legislación 1
- Legislación 2
- Ética Profesional

2.3. Malla curricular actual de la carrera de Ingeniería Eléctrica

La figura 3 muestra la actual red de estudios de la carrera de Ingeniería Eléctrica, la cual fue actualizada y aprobada por la Junta Directiva de la Facultad de Ingeniería por última vez en 2009.

Figura 3. Malla curricular actual de la carrera de Ingeniería Eléctrica

	SEMESTRE 1	SEMESTRE 2	SEMESTRE 3	SEMESTRE 4	SEMESTRE 5	SEMESTRE 6	SEMESTRE 7	SEMESTRE 8	SEMESTRE 9	SEMESTRE 10
Electrotecnia										
Potencia y Control										
Electrónica										
Electrónica 5										
Electrónica 3										
Electrónica 2										
Electrónica 1										
Termodinámica 1										
Ética Prof.										
Adm. Emp. 1										
Comunic. 1										
Radcom. Terr.										
Gest. Desast.										
Intro. Imp. Amb.										
Pract. Final										
Adm. Emp. 2										
Ética Prof.										
Adm. Emp. 1										
Adm. Personal										
Legislación 2										
Psic. Indust.										
Legislación 1										
Curso Obligatorio										
Curso de Diplomado										
Curso Optativo										
Idioma Tec. 1										
Soc. Human 1										
Deportes 1										
Tec. Compl. 1										
Omnit. y Lider										
Química Gen.										
Mat. Básica 1										
Idioma Tec. 2										
Soc. Human 2										
Deportes 2										
Tec. Compl. 2										
Tec. Est. e Inv										
Intr. Prog Com										
Química 2										
Mat. Inter. 1										
Física 1										
Prac. Inicial										
Idioma Tec. 3										
Filosf. Ciencia										
Ecología										
Psic. Indust.										
Contabilidad 1										
Legislación 1										
Prog. Ing. Elec										
Estadística 1										
Mat. Inter. 2										
Mat. Inter. 3										
Física 2										
Inv. Oper. 1										
Anlis. Prob.										
Mat. Aplic. 5										
Mat. Aplic. 1										
Fisca 3										
Mat. Aplic. 4										
Mat. Aplic. 2										
Física 4										
Pract. Inter.										
Adm. Personal										
Legislación 2										
Psic. Indust.										
Legislación 1										
Teo. Elctmag 1										
Ecd. y Ect Bas										
Circ. Elect. 2										
Circ. Elect. 1										
Prin. De Metro										
Idioma Tec. 4										
Dib. Tec. Mec										
Lógica										
Topografía 1										
Mat. Inter. 4										
Mat. Inter. 2										
Mat. Inter. 3										
Física 2										

Fuente: elaboración propia.

2.4. Situación actual de los contenidos

A continuación se presentan los contenidos actuales de los programas de cada uno de los cursos impartidos por la EIME, primero se presentan los cursos de programación, luego los cursos que pertenecen al Área de Potencia y finalmente, los contenidos de los cursos del Área de Electrotecnia.

2.4.1. Cursos del Área de Ciencias Básicas y Complementarias

Para el Área de Ciencias Básicas y Complementarias se tomarán en cuenta únicamente los cursos de programación ya que en esta Área de la carrera solamente estos 2 cursos están a cargo de la EIME

2.4.1.1. Introducción a la Programación de Computadoras 1 (código 769)

El objetivo del curso, es introducir al alumno en el mundo de la programación, utilizando el lenguaje de programación C++, permitiéndole obtener las habilidades necesarias para crear programas.

Contenido programático.

Unidad 1.

- Estructura de un programa. Variables.

Unidad 2.

- Funciones y operadores.

Unidad 3.

- Sentencias y ciclos.

Unidad 4.

- Declaración de variables, constantes.
- Cadena de caracteres.

Unidad 5.

- Vectores y matrices

Unidad 6.

- Estructuras.

Unidad 7.

- Punteros.

Unidad 8.

- Funciones: parámetros por valor y referencia.
- Argumentos de *main*, funciones *inline*.
- Punteros a funciones y conversión de tipos.

Unidad 9.

- Archivos.

Unidad 10.

- Manipulación del puerto serial y del puerto paralelo.

2.4.1.2. Lenguajes de Programación Aplicados a la Ingeniería Eléctrica (código 991)

Este curso provee al estudiante los conocimientos básicos para desarrollar aplicaciones estructuradas que permiten interactuar con dispositivos a través de alguno de los puertos del computador, o a través de una red utilizando el protocolo *TCP/IP*.

Contenido programático.

Unidad 1. Introducción a los puertos de I/O.

- Puerto serial.
- Puerto paralelo.
- Puerto USB.

Unidad 2. Introducción a Visual Basic.

- Desarrollo de un módulo para la comunicación entre la PC y la tarjeta conectada al puerto USB.
- Proyecto de comunicación en Visual Basic y dispositivo electrónico conectado a puerto USB.

Unidad 3. Introducción a PERL.

- Introducción a módulos en PERL.
- Introducción a módulo Telnet.
- Desarrollo de un módulo para interactuar con dispositivos conectados a la red.
- Proyecto de programación en PERL para gestionar remotamente un dispositivo electrónico conectado a una red IP.

Unidad 4. Programación JAVA.

- Introducción a la programación orientada a objetos.
- Sintaxis de JAVA.
- Aplicaciones autónomas.
- *Applets*.
- *Servlets*.
- Aplicaciones con ventanas.
- Entorno de funcionamiento en dispositivos móviles.
- Proyecto de programación de aplicación para ejecutarse en un dispositivo móvil.

Unidad 5. PIC.

- Programación de PIC.
- Programadores.
- Emuladores.

2.4.2. Contenidos del Área de Potencia y Control

El Área de Potencia y Control, es el área más importante de la carrera de Ingeniería Eléctrica, está constituida por 12 cursos de carácter obligatorio y actualmente no existe ningún curso de carácter optativo.

2.4.2.1. Líneas de Transmisión (código 218)

Este curso busca brindar los conocimientos básicos acerca del cálculo de los parámetros eléctricos más comunes asociados al estudio de las líneas de transmisión y medir la calidad de transmisión de señales y del transporte de potencia. Conocer las herramientas y conceptos necesarios para el desarrollo de un proyecto de líneas de transmisión.

Contenido programático.

Unidad 1. La onda plana uniforme.

- Movimiento de la onda en el espacio libre.
- Movimiento de la onda en dieléctricos perfectos.
- Ondas planas en dieléctricos disipativos.
- El vector de *Poynting*.
- Propagación en buenos conductores. El efecto piel.
- Reflexión de ondas planas y relación de onda estacionaria.

Unidad 2. Líneas de transmisión.

- Ecuaciones de la línea.
- Parámetros de la línea de transmisión.

- Configuraciones de líneas más comunes:
 - Línea coaxial.
 - Línea de 2 hilos.
 - Línea de conductores planos.
- Resolución de problemas de líneas de transmisión.
- Métodos gráficos. Introducción al uso de la carta de Smith.

Unidad 3. Repaso de conceptos de potencia en corriente alterna.

- Potencia en circuitos monofásicos.
- Potencia compleja.
- Triángulo de potencias.
- Dirección del flujo de potencia.
- Voltaje y corriente en circuitos trifásicos balanceados.
- Potencia en circuitos trifásicos balanceados.

Unidad 4. Impedancia serie de líneas de transmisión.

- Tipos de conductores utilizados.
- Resistencia y efecto piel.
- Inductancia. Definición en función de los enlaces de flujo magnético.
- Inductancia en una línea monofásica.
- Empleo de la tabla del ACSR.
- Inductancia en líneas trifásicas en configuración simétrica y asimétrica.
- Conductores múltiples. Distancia equivalente.
- Líneas trifásicas de circuitos paralelos.

Unidad 5. Capacitancia de las líneas de transmisión.

- Definición de capacitancia.
- Capacitancia de una línea bifilar.
- Capacitancia de una línea trifásica en configuración simétrica y asimétrica.
- Corriente de carga.
- Efecto del suelo sobre la capacitancia.
- Conductores agrupados.
- Línea trifásica de circuitos paralelos.

Unidad 6. Relaciones entre el voltaje y la corriente en una línea de transmisión.

- Clasificación de las líneas por su longitud y modelos de cada tipo.
 - Línea corta.
 - Línea de longitud media.
 - Línea larga.
- Métodos de solución de líneas de longitud larga.
 - Solución de ecuaciones diferenciales.
 - Forma hiperbólica de las ecuaciones.
 - Circuito equivalente de una línea larga.

2.4.2.2. Conversión de Energía Electromecánica 1 (código 212)

Este curso busca brindar los conocimientos sobre la conversión de la energía electromecánica por medio del estudio de las máquinas eléctricas, principalmente motores, generadores y transformadores.

Contenidos programáticos.

Unidad 1. Circuitos magnéticos lineales.

- Magnitudes y unidades de medida.
- Analogía entre sistemas eléctricos y magnéticos.
- Circuito magnético equivalente.

Unidad 2. Circuitos magnéticos no lineales.

- Tipos de materiales magnéticos.
- Curva de magnetización en CD.
- El lazo de histéresis y curva de magnetización en AC.
- Armónicas en la corriente de magnetización.
- Ejemplo: solución de un circuito magnético no lineal.
- Pérdidas en los sistemas mecánico-electromagnéticos.

Unidad 3. Transformadores.

- Descripción física del transformador.
- Análisis del transformador ideal.
- Circuito equivalente del transformador real.
- Diagramas vectoriales para diversos factores de potencia.
- Solución de problemas de transformadores monofásicos.
- Transformadores trifásicos.
- Componentes simétricas: armónicas y desbalances.
- Ejemplo con transformadores trifásicos.
- Desfases de las tensiones de primario y secundario.

Unidad 4. Generalidades de máquinas eléctricas.

- Tipos de máquinas reales.
- Constitución física de la máquina sincrónica.
- Constitución física de la máquina de inducción.
- Constitución física de la máquina de corriente directa.

Unidad 5. Balance de energía.

- Principio de conservación de la energía.
- Tensión inducida y potencia eléctrica.
- Fuerza mecánica y energía.
- Función de estado.
- Coenergía.
- El par en función de la energía del campo.
- El par en función de la coenergía.
- Sistema de excitación múltiple.
- Análisis de un sistema de excitación simple.

Unidad 6. Introducción a la máquina sincrónica.

- Funcionamiento del generador sincrónico: ecuación de relación de ángulos mecánico y eléctrico, ecuación de velocidad sincrónica.
- Ecuación de la tensión inducida en la máquina sincrónica.
- Armónicas y factores de paso y de distribución.
- La máquina sincrónica como motor.
- Flujos de potencia activa y reactiva en la máquina sincrónica.

Unidad 7. Introducción a la máquina de inducción.

- Campo giratorio.
- Funcionamiento general como motor, como generador o como convertidor de frecuencia (región de frenado).
- Funcionamiento del motor de inducción.
- Tensiones inducidas en el devanado del estator y del rotor.
- Armónicas y factores de paso y de distribución.

Unidad 8. Fmm en el inducido de las máquinas AC.

- Fmm en una bobina concentrada de paso diametral.
- Diferencia entre las armónicas espaciales y temporales en la máquina.
- Fmm en un devanado distribuido de doble capa y paso acortado. Análisis armónico.
- Comparación entre armónicas de los dos casos anteriores.
- Efecto de los devanados distribuidos de paso acortado: factor de paso, factor de distribución y factor de reducción.

Unidad 9. Ecuación general del par electromagnético.

- Deducción general de la ecuación del par electromagnético.
- Par de arranque, de aceleración, máximo o crítico y par de plena carga.
- El par en la máquina sincrónica: caso generador y motor. Efectos del cambio de la corriente de excitación, la reactancia de la máquina.
- El par en la máquina de inducción en función de la velocidad. Efectos del cambio del número de polos, de la frecuencia, de la tensión.

Unidad 10. Máquinas de corriente continua.

- Máquinas en conexión derivación, conexión serie y conexión compuesta.
- Máquina de excitación independiente y auto excitada.
- Tensión inducida en una máquina DC.
- Densidad de flujo magnético creado en el devanado del estator y fmm del devanado inducido.
- Ecuación del par en la máquina DC.
- Funcionamiento como generador: derivación, serie y compuesto.
- Funcionamiento como motor: derivación, serie y compuesto.
- Arranque del motor de corriente directa: corriente de arranque y par de arranque para cada tipo de motor. Arrancadores.
- Forma real de la onda de fmm en el inducido.
- Forma de onda de la densidad de flujo.
- Reacción de armadura. Tensiones de reactancia y de movimiento.
- Distorsión de la forma de onda de la densidad de flujo resultante.
- Métodos de neutralización de la reacción del inducido.
- Análisis con reacción de armadura.
- Regulación de velocidad de los motores de DC.

2.4.2.3. Transmisión y Distribución (código 219)

Este curso abarca los conocimientos para diseñar mecánica y eléctricamente una línea de distribución, determinar los parámetros de análisis de un sistema de distribución y evaluar económicamente inversiones en el sector eléctrico.

Contenido programático

Unidad 1. Parámetros de líneas de transmisión.

- Resistencia.
- Reactancias.
- Admitancia.
- Pérdidas por corona.

Unidad 2. Parámetros de sistemas de distribución.

- Curvas de demanda y duración de carga.
- Factores de carga, coincidencia y pérdidas.

Unidad 3. Diseño mecánico de líneas.

- Distancias mínimas de seguridad y NESC.
- Cálculo de flecha.
- Esfuerzos en postes.

Unidad 4: Diseño eléctrico de líneas.

- Configuraciones básicas.
- Cálculo de caídas de tensión por varios métodos.
- Momento de potencia de líneas.
- Pérdidas y conductor económico.

Unidad 5. Planificación de sistemas de potencia.

- Proyección de la demanda por regresión lineal.
- Métodos econométricos.
- Otros métodos.

Unidad 6. Evaluación económica de proyectos.

- Métodos de evaluación.
- El problema del reemplazo.

Unidad 7. Normativas vigentes.

- NTDOID.
- NTSD.

2.4.2.4. Sistemas de Control 1 (código 236)

Este curso trata acerca del conocimiento de los componentes y principios utilizados en el análisis de los sistemas de mando, para dicho análisis se estudian diferentes tipos de diagramación y se estudian los servomecanismos.

Contenido programático.

Unidad 1. Conceptos básicos.

- Elementos de un sistema de control y tipos de control.

Unidad 2. Diagramas de secuencia.

- Como llevar un sistema físico a un diagrama posible de analizar.

Unidad 3. Diagramas de Bloques.

- Método gráfico para la determinación de la función de transferencia de un sistema.

Unidad 4. Diagramas de flujo de señal.

- Método gráfico que permite analizar el comportamiento de variables intermedias de un sistema.

Unidad 5. Variable de estado.

- Método analítico para analizar el comportamiento de un sistema en cualquier instante.

Unidad 6. Elementos de sistemas de mando.

- Análisis de los distintos elementos de un sistema, utilizando variable de estado.

Unidad 7. Servomecanismos.

- Análisis de sistemas de mando que controlan variables mecánicas.

Unidad 8. Servosistemas en el dominio T.

- Análisis del comportamiento de sistemas de mando en el dominio temporal.

2.4.2.5. Conversión de Energía Electromecánica 2 (código 213)

Este curso trata acerca de los principios de funcionamiento, tipos, modos de operación, consideraciones técnicas de instalación, mantenimiento y cualquier otra aplicación de ingeniería de los transformadores como una máquina eléctrica.

Contenido programático.

Unidad 1. Introducción a los transformadores.

- Introducción.
- Tipos y construcción de transformadores.
- Tipos según utilización de los transformadores.

Unidad 2. Análisis del funcionamiento de un transformador.

- Transformador ideal y transformador real.
- Circuito equivalente del transformador.
- Diagrama vectorial del transformador.
- Regulación de voltaje del transformador.
- Eficiencia del transformador.
- Valores por unidad para un transformador.

Unidad 3. Grupos de conexión de los transformadores.

- Conexión estrella – estrella.
- Conexión estrella – delta.
- Conexión delta – estrella.
- Conexión delta – delta.
- Conexiones de finalizada especial.
- Grupos trifásicos de transformadores.

Unidad 4. Autotransformador.

- Introducción.
- Aspecto constructivo.
- Ventajas y desventajas de un autotransformador.
- Cálculos asociados a un transformador.

Unidad 5. Proyecto de instalación, puesta en operación y mantenimiento de un transformador.

- Accesorios.
- Esquemas de protección.
- Protocolos de pruebas en un transformador.
- Puesta en operación de un transformador.
- Mantenimiento predictivo.
- Mantenimiento preventivo.
- Mantenimiento correctivo.
- El transformador como parte de un sistema de potencia.

2.4.2.6. Máquinas Eléctricas (código 214)

Este curso está orientado a mostrar al estudiante el concepto físico y los principios de funcionamiento de las máquinas eléctricas rotatorias de corriente alterna y de corriente directa, operando en régimen permanente y transitorio.

Contenido programático.

Unidad 1. Conceptos generales.

- Recordatorio de los conceptos de la conversión electromecánica.

Unidad 2. Estudio de la máquina síncrona en régimen permanente.

- Aspectos constructivos y sistemas de excitación.
- Principio de funcionamiento de la máquina síncrona: tensión inducida y par electromagnético.
- Ondas de flujos y fmm en la máquina síncrona: relación temporal y espacial. Análisis vectorial. Efectos de la corriente de inducido y de la corriente de excitación.
- Circuito equivalente, parámetros de la máquina: operación en vacío y en cortocircuito. Determinación de las reactancias principal, de dispersión y resistencia de armadura.
- Análisis del circuito equivalente.
- Eficiencia y balance energético en la máquina síncrona.
- Curvas de la máquina síncrona en régimen estable: características externa y de regulación, curva de capacidad y curvas V.
- Potencia-ángulo en régimen estable en la máquina de rotor liso.
- Efecto de los polos salientes: teoría de las dos reacciones.

- Potencia-ángulo en la máquina de polos salientes, regulación de velocidad y voltaje.
- Sincronización de la máquina.
- Acoplamiento en paralelo de generadores síncronos.

Unidad 3. Estudio de la Máquina Asíncrona o de Inducción en régimen permanente.

- Aspectos constructivos de la máquina de inducción.
- Principio de funcionamiento de la máquina asíncrona: deslizamiento, tensión inducida y par electromagnético.
- La máquina en las regiones de motor, de generador y de frenado.
- Ondas de flujo y fmm en la máquina de inducción.
- Circuito equivalente: ensayos en vacío, de rotor bloqueado y en carga.
- Análisis del circuito equivalente: cálculo de corrientes, potencia, par, velocidad.
- La máquina en régimen de generador, de motor y de frenado.
- Análisis de la máquina por Thevenin y transferencia de potencia máxima.
- Diversos tipos de motores de inducción.
- Eficiencia y balance energético en las máquinas de inducción.
- Regulación de velocidad de motores de inducción.

Unidad 4. Transitorio y dinámica de las máquinas síncronas.

- Fenómenos transitorios en la máquina síncrona.
- Reactancias y constantes de tiempo.
- Transformación a variables de ejes, directos y de cuadratura.
- Relaciones básicas de la máquina en variables dq0.

- Características transitorias de potencia – ángulo.
- Modelos de máquinas sincrónicas para el análisis transitorio.
- Dinámica de las máquinas sincrónicas.

Unidad 5. Máquinas de corriente directa.

- Introducción y aspectos constructivos.
- Principio de funcionamiento.
- Reacción de armadura y conmutación.
- Tipos y características de las máquinas.

Unidad 6. Motores fraccionarios.

- Principio de funcionamiento. Campo giratorio.
- Tipos de motores fraccionarios.

2.4.2.7. Análisis de Sistemas de Potencia 1 (código 220)

Este curso trata sobre el estudio de un sistema eléctrico de potencia y el uso de herramientas informáticas para la solución de estudios de flujo de potencia, corto circuito y estabilidad transitoria.

Contenido programático.

Unidad 1. El sistema eléctrico nacional.

- El sistema nacional interconectado.
- Elementos del sistema nacional interconectado.

Unidad 2. Flujo de carga.

- Sistemas por unidad.
- Método de solución: Gauss-Seidel y Newton-Raphson.

Unidad 3. Corto circuito.

- Generalidades y componentes simétricas.
- Redes de secuencia. Fallas.

Unidad 4. Estabilidad transitoria.

- Generalidades y método de áreas iguales.
- Estabilidad dinámica y de voltaje.

2.4.2.8. Alta Tensión (código 224)

Este curso brinda las definiciones de los conceptos básicos utilizados en alta tensión, para que el alumno pueda realizar la coordinación de aislamiento y dimensionamiento general de líneas de transmisión.

Contenido programático.

Unidad 1. Conceptos básicos de alta tensión.

- Normalización, leyes y reglamentos.
- Tensiones normalizadas.
- Conceptos de coordinación de aislamiento.
- Ondas normalizadas y nivel isocerámico.

Unidad 2. Tipos de aislamientos.

- Clasificación de los materiales aislantes.
- Aislamientos sólidos, características.
- Aislamientos líquidos, características.
- Aislamientos gaseosos, características.
- Aisladores sólidos para líneas de transmisión.
- Tipos de aisladores.
- Factores de altitud.
- Factores contaminación.

Unidad 3. Sobretensiones en sistemas de transmisión.

- Que son las sobretensiones.
- Causas y efectos.
- Ondas normalizadas.
- Tipos de sobretensiones.
- Descarga electroatmosférica.
- Teorías de rayo.
- Densidad de rayos y nivel isoceráunico.
- Probabilidad de rayos.

Unidad 4. Coordinación de aislamiento en L/T.

- Descarga a conductores, impedancia característica.
- Descarga a hilos de guarda, impedancia característica.
- Descarga a torres, impedancia característica.
- Ángulo de blindaje.

- Métodos de medición de resistividad de tierras.
 - Varillas y contra-antenas.
 - Cálculos.
- Factor de acoplamiento.
- Voltaje superior en la torre por descarga.
- Cálculo de aisladores, con contaminación y altitud.

2.4.2.9. Sistemas de Generación (código 221)

Este curso trata sobre el estudio de los elementos que conforman los tipos de tecnologías en las centrales eléctricas. Además se tratan los aspectos del marco regulatorio del despacho económico de energía eléctrica.

Contenido programático.

Unidad 1. El sistema eléctrico nacional.

- El sistema nacional interconectado.
- Composición del parque de generación.

Unidad 2. Tecnologías de generación.

- Hidroeléctrica.
- Gas, vapor.
- Ciclo combinado.
- Biomasa.
- Geotérmica.
- Generación distribuida.
- Eólica.
- Solar.

Unidad 3. Despacho económico.

- Despacho dentro de una central.
- Despacho de varias centrales.
- Normas vigentes sobre el despacho económico.

2.4.2.10. Automatización Industrial (código 238)

Este curso inicia con diagramación eléctrica para su representación en un circuito eléctrico de control, protección y potencia. La segunda parte del curso permite conocer la teoría de funcionamiento y lógica de los controladores industriales en general así como instrumentación industrial y redes de comunicación.

Contenido programático.

Unidad 1. Elementos de control y protección.

- Lógica alambrada.
- Contactores y relés.
- Elementos para el control, operación y protección.

Unidad 2. Arranque de motores eléctricos.

- Método de arranque directo para motores eléctricos AC/DC.
- Método de arranque a tensión reducida para motores AC/DC.
- Método de arranque *Part Winding*.
- Control de velocidad para motores AC/DC.
- Método de control de frenado dinámico para motores DC/AC.
- Variadores electrónicos de frecuencia y velocidad.

Unidad 3. Teoría de sensores y actuadores.

- Principio de medición de variables físicas.
- Sensores, transductores y actuadores.
- Instrumentación eléctrica aplicada al proceso.

Unidad.4. Controladores lógicos programables.

- Introducción al control automático.
- Circuitos de control en lazo abierto y cerrado.
- Estructura y pirámide de la automatización.
- Algoritmo y controlador PID.
- Controlador Lógico Programable (PLC).
- Técnicas de sintonización de lazo cerrado.

2.4.2.11. Subestaciones (código 216)

Este curso proporciona al estudiante los conocimientos necesarios para el diseño de una subestación de alta tensión aislada en aire, así como de los diferentes elementos que las conforman.

Contenido programático.

Unidad 1. Conceptos generales de subestaciones.

- Generalidades de subestaciones eléctricas.
- Tipos de subestaciones.
- Diagramas unifilares planta y perfiles.
- Sistemas componentes de una subestación.

Unidad 2. Equipos.

- Transformadores.
- Interruptores.
- Seccionadores.
- Transformadores de medida.
- Pararrayos.
- Reactores y reconectores.

Unidad 3. Coordinación de aislamiento.

- Tensiones normalizadas.
- Aislamiento interno y externo.
- Consideraciones atmosféricas.
- Determinación de distancias en subestaciones.
- Distancias fase – tierra.
- Distancia fase – fase.
- Primer nivel de barras.
- Segundo nivel de barras.
- Remate de líneas.
- Distancias de seguridad.
- Cálculo de barras colectoras en subestaciones.
- Separación de buses o barras.
- Esfuerzos en barras colectoras.
- Blindaje de subestaciones.
- Ángulos fijos.
- Método electro geométrico.
- Selección y ubicación de pararrayos.

Unidad 4. Sistemas de tierra.

- Disposiciones básicas de sistema de tierra.
- Elementos de una red de tierras.
- Las corrientes de falla y el ser humano.
- Factores de diseño.
- Métodos de cálculo.

2.4.2.12. Protección de Sistemas de Potencia (código 222)

Este curso trata sobre el estudio de los elementos básicos que se toman en cuenta para la protección de un sistema eléctrico de potencia, así como los diferentes dispositivos que se utilizan para su protección.

Contenido programático.

Unidad 1. Transformadores de Instrumento en esquemas de protección

- Aplicación de transformadores de corriente.
- Tipos de transformadores de corriente.
- Transformadores de corriente para esquemas de protección.
- Transformadores de corriente en condiciones de falla.
- Errores en transformadores de corriente. Clase de exactitud ANSI.
- Selección de transformadores de corriente para esquemas de protección.
- Saturación de transformadores de corriente por la componente de corriente directa.

Unidad 2. Relevadores de sobre corriente.

- Tipos y ajustes de relevadores de sobre corriente.
- Curvas de relevadores de tiempo corriente.
- Ajuste de relevadores de sobre corriente.
- Ajuste del valor de disparo y ajuste del tiempo.
- Relevadores de sobre corriente de tierra.
- Coordinación de dispositivos de sobre corriente.
- Rango de coordinación e Intervalo de coordinación.

Unidad 3. Protección de sistemas de distribución.

- Fallas permanentes y fallas temporales.
- Funciones del sistema de protección.
- Corta circuitos y fusibles.
- Restauradores automáticos y seccionadores.
- Coordinación de restauradores y fusibles.
- Cálculos de corto circuito en un sistema de distribución.

Unidad 4. Protección de líneas de alta tensión.

- Protección direccional de sobre corriente.
- Polarización de relevadores direccionales.
- Impedancia mutua de secuencia cero.
- Relevadores de distancia y curvas características.
- Diagrama R-X.
- Aplicaciones.
- “Infeed”.

Unidad 5. Protección con piloto.

- Necesidad de la protección con piloto.
- Sistemas de comunicación utilizados.
- Sistemas de bloqueo.
- Disparo transferido.
- Sistemas de desbloqueo.
- Comparación de dirección.
- Comparación de fase.
- Relevador diferencial de línea.

Unidad 6. Protección de generadores.

- Condiciones anormales en un generador.
- Conexión de generadores al sistema eléctrico.
- Protección diferencial de generador.
- Protección de falla de una fase a tierra.
- Protección contra circulación de corrientes de secuencia negativa.
- Protección contra sobre carga.
- Protección contra sobre velocidad.
- Protección contra motorización del generador.
- Protección para tierra en el campo.
- Protección contra sobre voltaje.
- Protección contra operación a frecuencias reducidas.
- Protección contra pérdida de campo.

Unidad 7. Protección de transformadores.

- Categorías de transformadores.
- Curva de daño de transformadores.
- Protección de transformadores con fusibles.
- Protección diferencial de transformador.
- Otras protecciones del transformador.

2.4.3. Contenidos del Área de Electrotecnia

El Área de Electrotecnia es la parte de la carrera que forma la base para comprender los cursos de electricidad y electrónica, actualmente cuenta con 8 cursos de carácter obligatorio y 3 de carácter optativo.

2.4.3.1. Circuitos Eléctricos 1 (código 204)

Este curso trata que el estudiante visualice y simplifique los circuitos eléctricos, conociendo los principales parámetros, teoremas y técnicas de resolución, en régimen permanente y circuitos trifásicos.

Contenido programático.

Unidad 1. Leyes fundamentales de circuitos en C.D.

- Ley de ohm.
- Primera y segunda ley de Kirchhoff.
- Conexiones en serie y paralelo de resistencias, conexiones mixtas.
- Fuentes de corriente y de voltaje.
- Divisor de voltaje y de corriente.

Unidad 2. Conversión de triángulo-estrella y estrella-triángulo.

- Conversión triángulo-estrella.
- Conversión estrella-triángulo.

Unidad 3. Métodos de solución de redes.

- Topología.
- Método de mallas.
- Método de nodos.
- Aplicaciones con fuentes controladas o dependientes.

Unidad 4. Teoremas fundamentales de circuitos.

- Teorema de superposición, Thevenin, Norton, Millman.
- Reciprocidad y máxima transferencia de potencia.
- Transformación de fuentes.

Unidad 5. Parámetros L y C.

- Inductancia.
- Capacitancia.
- Efectos de inductancias y capacitancias en DC.
- Aplicaciones en DC.

Unidad 6. Corriente Alterna.

- La función senoidal. Cómo se genera C.A.
- Valor medio y valor eficaz de C.A., y otras formas de onda.

- Respuesta de elementos R, L, C a C.A., en régimen permanente.
- Análisis por fasores. Diagramas vectoriales. Expresiones de fasores.

Unidad 7. Generalización de métodos de solución de redes en C.A.

- Métodos de mallas.
- Métodos de nodos.

Unidad 8. Teorema de Circuitos.

- Teorema de Thevenin.
- Teorema de Norton.
- Teorema de Máxima transferencia de potencia.
- Teorema de superposición.

Unidad 9. Potencia.

- Potencia en C.A.
- Mejoramiento del factor de potencia.
- Teorema de Máxima Transferencia de potencia.

Unidad 10. Sistemas Trifásicos.

- Generalidades de los sistemas trifásicos.
- Conexiones de los sistemas trifásicos.
- Circuitos equivalentes monofásicos.
- Sistemas trifásicos desbalanceados.
- Potencia en sistemas polifásicos.

2.4.3.2. Teoría Electromagnética 1 (código 210)

Este curso busca que el estudiante adquiera la capacidad para analizar los campos y ondas electromagnéticas en medios conductores, semiconductores, aislantes o el espacio vacío y determinar los efectos que producen.

Contenido programático.

Unidad 1.

- Análisis vectorial.
- Ley de fuerzas de Coulomb y campo eléctrico.
- Ley de Gauss y divergencia.
- El potencial eléctrico.
- El dipolo eléctrico.
- El gradiente del potencial eléctrico.

Unidad 2.

- Condiciones de frontera.
- Capacitancia.
- Corriente eléctrica.
- Ecuación de continuidad y tiempo de relajación.
- Ecuaciones de Poisson y Laplace.
- El campo magnético y las ecuaciones de la Ley de Biot-Savart y Amper.
- El potencial magnético el capacitor y la resistencia en campos.

Unidad 3.

- Fuerzas eléctricas y magnéticas.
- Circuitos magnéticos.
- Ley de fuerzas de Lorenz.
- El principio de funcionamiento de los motores de corriente continua.
- Fuerzas e inductancias.
- La inductancia en campos magnéticos.
- Las ecuaciones de Maxwell.
 - Caso electrostático.
 - Caso magnetostático.
 - Caso espacio vacío.
 - Caso para campos electromagnéticos variantes en el tiempo.
- La ecuación de la Onda.

2.4.3.3. Electricidad y Electrónica Básica (código 462)

Este curso brinda los conocimientos básicos de tecnología eléctrica, lenguaje, nomenclatura y simbología eléctrica. Además se estudia el comportamiento, clasificación y aplicación de distintos materiales eléctricos.

Contenido programático.

Unidad 1. Clasificación y propiedades de los materiales.

- Clasificación de los materiales.
- Propiedades eléctricas de los materiales.
- Materiales conductores, semiconductores y aislantes.

- Efectos eléctricos de conducción.
- Efecto inductivo y capacitivo.

Unidad 2. Resistividad y resistencia.

- Cables y conductores eléctricos.
- Resistencias y potenciómetros.
- Potencia disipada.

Unidad 3. Capacitores.

- Capacitores y materiales dieléctricos.
- Respuesta de frecuencia de los capacitores.
- Clases y tipos de capacitores. Criterios de selección.
- Régimen transitorio RC.

Unidad 4. Inductores.

- Inductancia.
- Respuesta de frecuencia de los inductores.
- Bobinas de núcleos de aire y férricos.
- Materiales magnéticos.
- Régimen transitorio RL.
- Transformadores ideales.

Unidad 5. Dispositivos semiconductores.

- Materiales semiconductores.
- Diodos rectificadores, Zener, Túnel, Led, Varactor, Schottky, etc.

- Transistores BJT, UJT.
- Diodo Shockley.

Unidad 6. Otros componentes Semiconductores.

- Diac y Triac.
- Scr, Scs, Gto, PUT.
- Termistores.
- Varistores.
- Diodos emisores de Luz.
- Transistores de Efecto de Campo.

Unidad 7. Fuentes de C D y reguladores de voltaje.

- Fuentes de CD unipolares.
- Fuentes de CD bipolares.
- Reguladores de Voltaje integrados.

Unidad 8. Amplificadores operacionales.

- Amplificadores operacionales.
- Amplificadores operacionales comparadores.
- Amplificadores operacionales sumadores.

Unidad 9. Osciladores.

- Oscilador Harthley, Collpitts, Corrimiento de fase.
- Osciladores de relajación.
- Multivibradores y el multivibrador 555.

Unidad 10. Filtros.

- Filtros pasivos.
- Filtros activos.
- Filtros paso-alto y paso-bajo.
- Filtros rechaza-banda y pasa-banda.

Unidad 11. Transductores.

- Transductores de entrada.
- Transductores de salida.
- Aplicaciones de transductores.

2.4.3.4. Circuitos Eléctricos 2 (código 206)

Este curso abarca el estudio del comportamiento de los elementos en campos eléctricos y magnéticos, el método de Fourier para régimen permanente en el dominio del tiempo y frecuencia, en forma trigonométrica, exponencial y transformada. Por último se estudian los filtros eléctricos.

Contenido programático.

Unidad 1. Circuitos de energía única.

- Almacenamiento de energía en un campo magnético y en uno eléctrico.
- Análisis de la relación tensión corriente en una inductancia lineal. Conmutación, Transitorio, Régimen estable.
- Análisis de la relación tensión corriente en una capacitancia lineal. Conmutación, Transitorio, Régimen estable.

- Análisis del circuito RL: componentes natural y forzada.
 - La respuesta total.
 - Constante de tiempo.
- Análisis del circuito RC: componentes natural y forzada.
 - La respuesta total.
 - Constante de tiempo.
- Resolver problemas por el método clásico de solución de ecuaciones diferenciales.

Unidad 2. Condiciones iniciales.

- Condiciones iniciales en CD.
- Condiciones iniciales en CA.

Unidad 3. Circuitos de doble energía.

- El circuito RLC.
- Dualidad de circuitos.
- Análisis del circuito RLC, conexión serie, alimentado con DC: respuestas natural y forzada. Método clásico de solución de ecuaciones diferenciales.
- Análisis del circuito RLC, conexión serie, alimentado con AC: respuestas natural y forzada. Método clásico de solución de ecuaciones diferenciales.

Unidad 4. Análisis por medio de Laplace.

- Parámetros transformados.
- El circuito transformado.
- Solución de circuitos transformados: corriente directa, corriente alterna, otras excitaciones.

Unidad 5. Respuesta a otras formas de onda.

- Funciones básicas: función rampa, función escalón y función impulso.
- Síntesis de formas de onda. Formas de onda periódica no senoidal y formas de onda no recurrentes.
- Transformada de Laplace de formas de onda periódicas y no periódicas.
- Solución de problemas: circuitos alimentados con formas de onda periódicas no senoidales.
- Solución de problemas: circuitos alimentados con formas de onda aperiódicas.
- Función de transferencia, definición.
- Respuesta al impulso.
- Solución de problemas mediante la integral de convolución.

Unidad 6. Análisis de estabilidad de redes activas.

- Funciones de red, de punto impulsor.
- Funciones de transferencia directa y transferencia inversa.
- Análisis de una función general de red.
- Respuesta libre en función de los polos y los ceros de una función de red.
- Definiciones de redes estables, estrictamente estables e inestables.
- Análisis de estabilidad de redes activas y el teorema de Kurt-Hurwitz.

Unidad 7. Parámetros de redes de 2 puertos.

- Definición y análisis general.
- Parámetros de impedancia a circuito abierto.
- Parámetros de admitancia en corto circuito.
- Parámetros híbridos y parámetros de transmisión.

Unidad 8. Respuesta en frecuencia, ondas periódicas no senoidales.

- La serie de Fourier: coeficientes de Fourier, orden armónico, fase, componentes armónicas.
- Espectros discretos de amplitud y de fase.
- Distorsión armónica total.
- Representación de una magnitud eléctrica por su serie de Fourier.
- Valores medio y eficaz.
- THDV y THDI.
- Análisis de un circuito RL: para una tensión dada, hallar corrientes.
- Potencia en circuitos con contenido armónico.
- Factor de potencia en redes con contenido armónico.
- Mejoramiento del factor de potencia en una red con contenido armónico.
- Respuesta de filtros excitados con armónicas.
- Componentes de secuencia cero, positiva y negativa.
- Generador de armónicas en estrella y en delta.
- Equivalente exponencial de la serie de Fourier.
- Espectros discretos de amplitud y de fase.
- Serie exponencial de una forma de onda periódica de período T , formada por pulsos rectangulares de ancho a , altura V_0 y relación T/a variable.
- Envolvente de la respuesta en frecuencia.

Unidad 9. Filtros eléctricos pasivos.

- Impedancia de imagen.
- Función de transferencia de imagen y Funciones de atenuación y de fase.
- Decibelios. Pérdida de potencia por inserción.
- Emparejamiento de impedancias.

- Filtros eléctricos pasivos. Filtro ideal. Redes reactivas.
- Tipos de filtros: filtros pasa bajo.
- Filtro pasa alto, filtros pasa banda, filtros de rechazo de banda.

Unidad 10. Respuesta en frecuencia, pulsos no recurrentes.

- Envolvente de la respuesta en frecuencia de un pulso no recurrente.
- La integral de Fourier o transformada de Fourier.
- Aplicación a redes eléctricas. Espectros continuos de amplitud y de fase.
- Transformadas de Fourier de formas de onda típicas.
- Ancho de banda y duración de pulso.
- Respuesta en frecuencia de filtros excitados con pulsos.
- Ancho de banda y tiempo de elevación. Respuesta al escalón.

2.4.3.5. Instrumentación Eléctrica (código 230)

Este curso permite al estudiante diseñar instrumentos de medición de corriente, voltaje, resistencia, frecuencia, energía, potencia, presión, temperatura, flujo y nivel. Además el estudiante aprende a calcular el error cometido en una medición.

Contenido programático.

Unidad 1. Instrumentación industrial básica y control de procesos.

- Mediciones industriales.
- Control de retroalimentación.
- Factores que intervienen en las mediciones.
- Conceptos de calibración, trazabilidad y jerarquía metrológica.

- Patrones de medición: masa, longitud, temperatura, patrones eléctricos.
- Desarrollo teórico del cálculo de incertidumbre de las mediciones.
- Normas ISO/IEC 17025, ISO 10012, ISO 9000 e ISO 14000.

Unidad 2. Características de las mediciones y los instrumentos de medición.

- Características de las mediciones: error, exactitud, precisión, repetibilidad, reproducibilidad, incertidumbre.
- Características de los instrumentos de medición: exactitud, precisión, repetitividad, tiempo de respuesta, deriva, transparencia, errores de los instrumentos de medición.
- Error máximo permisible. Formas de expresión de la precisión.
- Resultado de una medición con declaración de incertidumbre para un nivel de confianza dado.

Unidad 3. Instrumentos indicadores electromecánicos.

- Instrumentos de bobina móvil, hierro móvil y electrodinámica.
- Amperímetro, voltímetro y ohmetro. Puentes de CD y de CA.
- Mediciones de potencia activa y reactiva: vatímetro y vármetro.
- Medición del factor de potencia y medición de energía.
- Transformadores de medición y su incidencia en el error de medición.

Unidad 4. Amplificadores operacionales.

- Diagramas de bloques de los instrumentos de medición.
- Impedancia de entrada de los instrumentos de medición eléctricos.
- Conceptos y configuraciones básicas, aplicaciones en Instrumentación.

Unidad 5. Instrumentos de medición electrónicos.

- El multímetro digital DMM. Patrones de tiempo y frecuencia.
- Generadores de señal y contadores electrónicos.
- El osciloscopio, el analizador de espectros, mediciones en fibra óptica.
- El analizador de potencia industrial: principios básicos de funcionamiento.
- Instrumentación virtual, sistemas SCADA.
- Descripción de protocolos de comunicación industriales.

Unidad 6. Transductores y medición de magnitudes no eléctricas.

- Medición de temperatura, nivel, presión, longitud, masa, volumen: instrumentos, métodos, transductores, mediciones automáticas, escala internacional de temperatura, calibradores de procesos.
- Analizadores de diversas magnitudes físicas.
- Características de laboratorios de metrología: calibración y ensayos.

2.4.3.6. Electrónica 1 (código 232)

En este curso se estudian los principales dispositivos electrónicos y algunos circuitos básicos, para que el estudiante pueda analizar y diseñar circuitos y sistemas, aplicables a problemas prácticos.

Contenido programático.

Unidad 1. Dispositivos de unión PN.

- Características principales.
- Modelo descriptivo, gráfico, matemático y de circuito.
- Rectificadores, recortadores, limitadores y compuertas lógicas.

Unidad 2. Transistores BJT y FET.

- Descripción física y características principales.
- Configuraciones, características i versus V y regiones de operación.
- Polarización en DC y estabilidad de la polarización.

Unidad 3. El transistor como amplificador.

- Modelo híbrido
- Ganancia e impedancia
- Amplificadores en cascada

Unidad 4. Fuentes reguladas.

- Fuentes reguladas con transistores y fuentes reguladas con CI.

2.4.3.7. Electrónica 3 (código 246)

Este es el primer curso de diseño de sistemas digitales, el nivel es básico pero permite al conocer la numeración binaria, el álgebra booleana como herramienta primaria para el diseño de sistemas digitales. También se estudian los componentes básicos y las técnicas de construcción de los microcircuitos.

Contenido programático.

Unidad 1. Sistemas binarios.

- Números binarios y decimales.
- Conversión decimal-binario.
- Números hexadecimales.

- Códigos binarios.
- Lógica binaria.

Unidad 2. Álgebra booleana.

- Definiciones básicas
- Propiedades del álgebra booleana
- Teoremas del álgebra booleana
- Funciones booleana
- Formas canónicas y estándar
- Mapas de Karnaugh

Unidad 3. Compuertas lógicas.

- Operación NOT, operación OR y operación AND.
- Otras operaciones básicas.

Unidad 4. Hardware digital.

- Familias lógicas.
- Microcircuitos VLSI.

Unidad 5. Lógica combinacional.

- Procedimiento de diseño, sumadores/restadores
- Conversión de códigos.
- Multiplexores/demultiplexores.
- Arreglo Lógico Programable PLA.

Unidad 6. Lógica secuencial.

- *Flip-Flops*, procedimientos de diseño.
- Sincronización, contadores.
- Registros.
- Secuencias temporizadas.

Unidad 7. Introducción a los microprocesadores.

- Modelo de von Neuman.
- Componentes de un microprocesador.
- Interoperabilidad de los componentes.
- Programación.

2.4.3.8. Instalaciones Eléctricas (código 208)

En este curso se imparten los fundamentos teóricos de conductores eléctricos (alambres y cables) según la carga y aplicación específica que se tiene contemplada en una instalación eléctrica residencial monofásica.

Contenido programático.

Unidad 1. Elementos para una instalación eléctrica residencial.

- Tensión monofásica en 110V y 120V a/c.
- Normas para acometidas eléctricas.
- Elementos de instalación.
 - Cajas hexagonales para lámparas.
 - Cajas rectangulares para interruptores.

- Normas para el aterrizado y las conexiones eléctricas.
- Interpretación y diseño de planos.
- Simbología.

Unidad 2. Protección contra sobre corrientes.

- Protecciones termomagnéticas (Flipones).
- Protecciones contra cortocircuito (Fusibles).
- Conexiones.
 - Bombas de agua.
 - Lámparas.
 - Tomacorrientes.
 - Tableros.
 - *Three way* y *Four way*.

3. PROPUESTA DE LOS CONTENIDOS

3.1. Universidades seleccionadas

Para seleccionar las universidades con las que se hará la comparación curricular de la carrera de Ingeniería Eléctrica, fueron definidos ciertos criterios con los que éstas debían cumplir para incluirlas dentro de esta investigación. En las siguientes secciones se describe a detalle este proceso de selección.

3.1.1. Criterios para la selección de universidades a estudiar

Inicialmente fueron considerados dos criterios, los cuales son:

- Posición en el *ranking*.
- Contar con la carrera de Ingeniería Eléctrica.

Inicialmente se consideró a la mejor universidad de cada país de acuerdo al *ranking* y luego dentro del sitio de *internet* de éstas se buscó la carrera de Ingeniería Eléctrica, o bien como es denominada en otras universidades como Ingeniería Civil Eléctrica o Electricista.

Debido a que en algunas universidades no existe la carrera o bien, sí existe pero la información en su sitio de *internet* es escasa, parcial o no es accesible en lo absoluto, la universidad fue descartada y se procedió a evaluar la siguiente universidad que le sigue en el *ranking*. Si la siguiente universidad tampoco disponía de la información necesaria también se descartó y se evaluó la siguiente en el *ranking* hasta la quinta mejor del país.

Si luego de evaluar hasta la quinta mejor universidad de un país, no se logró seleccionar alguna de ellas se procedió a descartar el país y dejarlo fuera del estudio a realizar.

3.1.2. Selección preliminar

Considerando los dos criterios descritos en la sección anterior, a continuación se muestran los países que se tomarán en cuenta para seleccionar una de sus mejores universidades e incluirla en el estudio a realizar:

Tabla VII. Selección preliminar

No	País	¿Las 5 mejores universidades imparten la carrera?	¿Información Disponible?
1	Brasil	Sí	Sí
2	Argentina	Sí	Sí
3	México	Sí	Sí
4	Perú	Sí	No
5	Colombia	Sí	Sí
6	Bolivia	Sí	No
7	Venezuela	Sí	Sí
8	Chile	Sí	Sí
9	España	Sí	Sí
10	Paraguay	Sí	Parcialmente
11	Ecuador	Sí	Parcialmente
12	Uruguay	Sí	Sí
13	Nicaragua	No	No
14	Honduras	No	No
15	Cuba	Sí	No
16	Guatemala	Sí	No
17	Portugal	Sí	Sí
18	Panamá	Sí	No
19	Costa Rica	Sí	No
20	República Dominicana	Sí	No
21	El Salvador	Sí	No
22	Puerto Rico	Sí	Sí
23	Andorra	No	No

Fuente: elaboración propia.

3.1.3. Universidades seleccionadas

Para la selección definitiva de las universidades a evaluar se tomaron en cuenta tres aspectos:

- Grado académico: la carrera debe ser del grado de licenciatura, existen países que manejan esta carrera conjuntamente con el diversificado como en el caso de la Universidad de Costa Rica y conjuntamente con una maestría o especialización como son los casos de la Universidad de Coimbra de Portugal y la Universidad de Chile, respectivamente.
- Enfoque de la carrera: la orientación que se le da a la carrera en la Universidad de San Carlos de Guatemala es a potencia eléctrica, pero en los demás países una sola universidad puede manejar diferentes enfoques, por ejemplo, énfasis en automatización, control, computación, o incluso un doble enfoque.
- Programa del curso: el último aspecto fue que el sitio de *internet* de la universidad tuviese disponible en los programas, además del contenido de curso, información como horas de estudio, créditos, bibliografía, etc. Con el fin de evaluar diferentes aspectos que pueden ser útiles para los catedráticos y directivos de la EIME.

Evalutados estos tres aspectos finalmente fueron seleccionadas las universidades São Paulo de Brasil, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Universidad del País Vasco de España, Universidad Nacional La Plata de Argentina y Universidad de la República de Uruguay.

Además de estas universidades, también fueron escogidas otras universidades Iberoamericanas para hacer una comparación de sus currículos y ver cómo están compuestas las carreras en cada país. La tabla VIII muestra un resumen de las universidades seleccionadas.

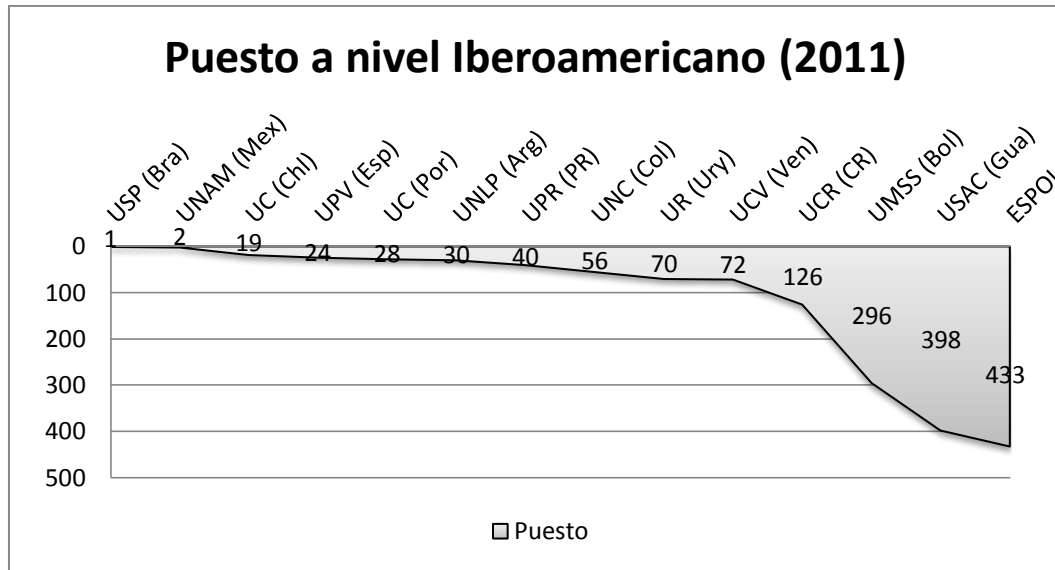
Tabla VIII. **Selección final**

País	Universidad	Posición en Iberoamérica (SIR 2011)
Universidades para análisis curricular y contenidos programáticos		
Brasil	Universidad de São Paulo	1
México	Universidad Nacional Autónoma de México	2
España	Universidad del País Vasco	24
Argentina	Universidad Nacional La Plata	30
Uruguay	Universidad de la República	70
Universidades para análisis curricular únicamente		
Chile	Universidad de Chile	19
Portugal	Universidad de Coimbra	28
Puerto Rico	Universidad de Puerto Rico	40
Colombia	Universidad Nacional de Colombia	56
Venezuela	Universidad Central de Venezuela	72
Costa Rica	Universidad de Costa Rica	126
Bolivia	Universidad Mayor San Simón	296
Ecuador	Escuela Superior Politécnica del Litoral	433

Fuente: elaboración propia.

La figura 4 ilustra el posicionamiento a nivel iberoamericano de las universidades seleccionadas.

Figura 4. **Posicionamiento de las universidades seleccionadas**



Fuente: elaboración propia.

Si bien es cierto que universidades como la de Coimbra y la Universidad de Chile están mejor posicionadas y cuentan con la información disponible en sus sitios de *internet*, éstas no se incluyeron para el análisis de sus contenidos programáticos porque ambas carreras tienen enfoques diferentes al dado en la Universidad de San Carlos de Guatemala, que es hacia potencia eléctrica.

El resto de países de Iberoamérica que no se incluyen para ningún tipo de análisis es debido a que no cuentan con una carrera similar o equivalente a la de Ingeniería Eléctrica impartida en la Universidad de San Carlos de Guatemala o bien porque sus sitios en *internet* no disponen del plan de estudios, la malla curricular ni de los programas de las asignaturas profesionales de la carrera.

A continuación se presenta una descripción de cada una de las universidades seleccionadas:

Argentina - Universidad Nacional de la Plata (UNLP).

La Universidad Nacional La Plata fue fundada en 1905 y actualmente cuenta con 100 mil alumnos y 10 900 docentes. El 85 por ciento de las carreras se encuentra acreditada o en trámites por la Comisión Nacional de Evaluación y Acreditación Universitaria (CONEAU). Además de contar con programas de educación superior cuenta con programas de enseñanza media.

Carreras de ingeniería impartidas:

- Ingeniería Aeronáutica
- Ingeniería Civil, Hidráulica, en Materiales
- Ingeniería Electrónica, Eléctrica, Electromecánica
- Ingeniería en Computación
- Ingeniería Industrial, Mecánica
- Ingeniería Química

Requisitos de ingreso:

- Título de nivel medio.
- Solicitud de ingreso.
- Curso para alumnos del último año de la secundaria. Al finalizar se debe aprobar un examen final con nota mínima de seis puntos.

Requisitos de titulación:

- Haber aprobado los cursos del plan de estudios.
- Haber realizado el trabajo de fin de grado o la práctica profesional.
- Defensa del informe final.

Bolivia - Universidad Mayor de San Simón (UMSS).

La Universidad Mayor de San Simón fue fundada en 1832, es una entidad autónoma, de derecho público y está constituida por docentes y estudiantes.

Carreras de ingeniería impartidas:

- Ingeniería Electromecánica, Eléctrica, Electrónica.
- Ingeniería Civil.
- Ingeniería de Alimentos.
- Ingeniería de Sistemas, Informática.
- Ingeniería Industrial, Mecánica.
- Ingeniería Química.

Requisitos de ingreso:

- Diploma de Bachiller o el equivalente para extranjeros.
- Pago de matrícula y otros derechos universitarios.
- Examen en el servicio médico universitario.

Modalidades de titulación:

- Tesis
- Proyecto de grado
- Examen de grado
- Internado rotatorio
- Pasantía
- Tesis incorporada

Brasil - Universidad de São Paulo (USP).

La Universidad de São Paulo es una universidad pública, mantenida por el estado de São Paulo. Fue creada el 25 de enero de 1934 con autonomía didáctico-científica, administrativa, disciplinar y de gestión financiera y patrimonial. La USP está constituida por diferentes unidades facultativas, escuelas e institutos distribuidos en la capital del estado y en el interior.

Carreras de ingeniería impartidas:

- Ingeniería de Computación, Ingeniería Eléctrica con énfasis en Computación, con opción en Control y Automatización, en Potencia y Automatización, en Telecomunicaciones y en Sistemas Electrónicos.
- Ingeniería Mecánica, Mecatrónica, Ingeniería Naval.
- Ingeniería Civil, Ingeniería Ambiental.
- Ingeniería Química, Metalúrgica, en Materiales.
- Ingeniería de Minas, Petróleo, Producción.

Requisitos de ingreso:

- Certificado de enseñanza media o historial escolar de estudios superiores debidamente registrados.
- Aprobación del concurso de admisión.

Requisitos de titulación:

- Haber aprobado los cursos del plan de estudios y 4200 créditos.
- Realización y defensa de una investigación científica.

Chile - Universidad de Chile (UC).

La Universidad de Chile es la universidad de carácter estatal más antigua del país, es fundada en 1842 y actualmente cuenta con 35 627 alumnos dentro de sus programas de educación y cuenta con 3359 catedráticos. El presupuesto anual de la universidad es de US \$500 millones.

Carreras de ingeniería impartidas:

- Ingeniería Civil en Computación.
- Ingeniería Civil Electricista.
- Ingeniería Civil Matemática.
- Ingeniería Civil Industrial, Mecánica, en Materiales.
- Ingeniería Civil de Minas, Geología, Química.
- Licenciatura en Ciencias, mención en Astronomía, Física y en Geofísica.

Requisitos de ingreso:

- Inscripción a la Prueba Superior Universitaria (PSU).
- Estar cursando el cuarto año de enseñanza media.
- Pertener a los tres primeros quintiles de ingreso.
- Obtener un promedio ponderado mínimo de 650 puntos.

Requisitos de titulación:

- Haber aprobado los cursos del plan de estudio y 590 unidades docentes.
- Haber realizado el trabajo de fin de grado.
- Defensa del informe final.

Colombia - Universidad Nacional de Colombia (UNC).

La Universidad Nacional de Colombia es una institución de educación superior autónoma con régimen especial y de carácter estatal, fue fundada en 1867.

Carreras de ingeniería impartidas:

- Ingeniería Agrícola, Agroindustrial, Agronómica, Forestal.
- Ingeniería Civil, Ambiental, Biológica.
- Ingeniería de Sistemas.
- Ingeniería Eléctrica, Electrónica.
- Ingeniería Industrial, Administrativa.
- Ingeniería Mecánica, Mecatrónica.
- Ingeniería Química.

Requisitos de ingreso:

- Solicitud de Ingreso.
- Realización de pruebas específicas.
- Realización de prueba de inglés.

Requisitos de titulación

- Cumplir con la totalidad de cursos y con 167 créditos.
- Desarrollo de un trabajo de investigación, práctica profesional o la asignatura de cursos de posgrado.

Costa Rica - Universidad de Costa Rica (UCR).

La Universidad de Costa Rica es una institución autónoma y de carácter estatal, constituida por profesores, estudiantes y funcionarios administrativos. Tiene 70 años y es la más importante universidad del país y cuenta con alrededor 38 200 estudiantes y 4660 docentes.

Carreras de ingeniería impartidas:

- Ingeniería Civil, Topográfica.
- Ingeniería Eléctrica.
- Ingeniería Mecánica, Industrial.
- Ingeniería Química.
- Ingeniería en Ciencias de la Computación e Informática.

Requisitos de ingreso:

- Realizar y aprobar la Prueba de Aptitud Académica (PAA).

Requisitos de titulación (bachillerato):

- Haber cumplido con todos los cursos del plan de estudios.
- Práctica Profesional (carta membretada y sellada por la empresa).
- Dos copias del proyecto y dos copias en digital del proyecto.

Requisitos de titulación (licenciatura):

- Haber cumplido con todos los cursos del plan de estudios.
- Tres copias del proyecto y dos copias en digital.

Ecuador - Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL).

La Escuela Superior Politécnica del Litoral surge en 1958 y es autónoma en lo académico, científico, técnico, administrativo, financiero y económico, con capacidad para auto-regularse. Cuenta con un cuerpo docente de 874 académicos y con 12 124 estudiantes.

Carreras de ingeniería impartidas:

- Ingeniería Mecánica.
- Ingeniería en Ciencias Computacionales.
- Ingeniería en Electrónica y Telecomunicaciones, Electricidad, Telemática.
- Ingeniería y Administración de la Producción Industrial.
- Ingeniería Civil, Geología, Minas, Petróleo.
- Ingeniería Química, Alimentos, Agrícola y Biológica.
- Ingeniería Naval, Oceánica y Ciencias Ambientales.

Requisitos de ingreso:

- Solicitud de admisión.
- Copia del título de enseñanza media.
- Aprobar la prueba de ubicación y la prueba de aptitud académica.

Requisitos de titulación:

- Aprobar la totalidad de cursos y créditos del plan de estudios.
- Haber realizado las prácticas vacacionales.
- Aprobar el proceso de graduación.

España - Universidad del País Vasco (UPV).

La Universidad del País Vasco adquiere su actual naturaleza en 1980, reemplazando a la antigua Universidad de Bilbao. Esta distribuida en tres campus, dentro de la Comunidad Autónoma Vasca.

Carreras de ingeniería impartidas:

- Ingeniería Química, Civil, Ambiental, de Energías Renovables.
- Ingeniería de Tecnología de Minas y Energía.
- Ingeniería Eléctrica, Electrónica, Electrónica Industrial y Automática.
- Ingeniería en Organización Industrial, Mecánica, Marina.
- Ingeniería en Informática.

Modalidades de ingreso:

- Acceso por acreditación de experiencia laboral o profesional.
- Formación profesional, título universitario.
- Homologación de títulos extranjeros, programas interuniversitarios.
- Prueba de acceso para mayores de 25 y 45 años.
- Simultaneidad de estudios, traslados.

Requisitos de titulación:

- Realizar el Trabajo de Fin de Grado (TFG)
- Haber obtenido todos los créditos del plan de estudios (240 créditos).
- En el primer año obtener, cuando menos 15 por ciento de los créditos.
- En el segundo año obtener, cuando menos 30 por ciento de los créditos.
- No haber reprobado un curso más de 6 veces.

Guatemala - Universidad de San Carlos de Guatemala (USAC).

La Universidad de San Carlos de Guatemala fue fundada en 1676 por el rey Carlos II de España se convierte en la cuarta universidad del continente americano. Por decreto constitucional es de carácter estatal y autónomo. Hoy día es la universidad más extensa de Guatemala atendiendo a un aproximado de 146 300 estudiantes distribuidos entre los diferentes cursos técnicos, profesorados, licenciaturas, maestrías, doctorados y especialidades, que la convierten en la universidad con mayor oferta académica del país.

Actualmente algunas carreras se encuentran acreditadas internacionalmente y otras más se encuentran en proceso de acreditación. Cuenta con diferentes unidades académicas distribuidas en casi todo el territorio nacional, entre las que se encuentran facultades, escuelas, centros regionales un instituto tecnológico y un departamento de transferencia de tecnología.

Carreras de ingeniería impartidas:

- Ingeniería Civil.
- Ingeniería Eléctrica.
- Ingeniería Mecánica Eléctrica.
- Ingeniería Electrónica.
- Ingeniería Química, Ambiental.
- Ingeniería en Ciencias y Sistemas.
- Ingeniería Industrial, Mecánica y Mecánica Industrial.
- Ingeniería Agroindustrial, Agronomía.
- Licenciatura en Matemática y en Física.

Requisitos de ingreso a la Facultad de Ingeniería:

- Título del nivel diversificado.
- Realización de la prueba vocacional (examen psicométrico).
- Realización de la prueba de conocimientos básicos (lenguaje y física).
- Realización de la prueba de conocimientos específicos (matemática para ingeniería y conocimientos de computación).
- Proceso de inscripción.

Requisitos de titulación:

- Aprobar las asignaturas y los 250 / 300 créditos del plan de estudios.
- Aprobar el nivel 12 del idioma inglés en el Centro de Aprendizaje de Lenguas de la Universidad de San Carlos de Guatemala (CALUSAC) o su equivalente.
- Cumplir con alguno de las modalidades de titulación.

Modalidades de titulación:

- Realización de Tesis de Graduación y Examen General Privado.
- Realización de Ejercicio Profesional Supervisado (EPS) de tres meses y Examen General Privado.
- Realización de EPS de tres meses y Tesis de Graduación.
- Realización de EPS de seis meses.
- Realización de Examen General Público (obligatorio con cualquiera de las cuatro modalidades anteriores).

México - Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).

La Universidad Nacional Autónoma de México fue fundada el 22 de septiembre de 1910. Actualmente cuenta con 324 413 alumnos y con 36 750 docentes. Además de estudios superiores también imparte educación de nivel medio entre bachilleratos y técnicos. Alrededor del 93 por ciento de las carreras están acreditadas y todas las ingenierías están acreditadas por el Consejo de Acreditación de la Enseñanza de la Ingeniería (CACEI).

Carreras de ingeniería impartidas:

- Ingeniería Civil, Minas y Metalurgia.
- Ingeniería Geomática, Geofísica, Geológica, Petrolera.
- Ingeniería Eléctrica y Electrónica, en Telecomunicaciones.
- Ingeniería en Computación.
- Ingeniería Mecánica, Industrial, Mecatrónica.

Requisitos de ingreso:

- Título de Bachillerato.
- Promedio mínimo de 7 puntos o equivalente.
- Aprobación del concurso de selección.

Requisitos de titulación:

- Aprobar las asignaturas y los 400 créditos del plan de estudios.
- Aprobar un examen correspondiente a la comprensión de un idioma extranjero (inglés, francés, alemán, italiano, ruso o japonés).

- Cumplir con el servicio social.
- Cumplir con alguno de los procesos de titulación.

Modalidades de titulación:

- Tesis o tesina y examen profesional: realización de tesis grupal o individual o tesina individual y exposición y defensa oral individual.
- Actividad de investigación: desarrollo de un proyecto de investigación registrado ante el comité de titulación, el proyecto puede ser una tesis, tesina o un artículo académico.
- Seminario de tesis o tesina: evaluación del trabajo final del seminario de titulación desarrollado durante el tiempo curricular.
- Examen General de concomitantes: evaluación de conocimientos del alumno así como su criterio profesional para aplicarlos.
- Totalidad de créditos y alto nivel académico: haber cumplido con los créditos del plan, haber mantenido un promedio de 9,5 y no haber obtenido alguna calificación reprobatoria en alguna asignatura o módulo.
- Trabajo profesional: realización de una actividad profesional de ingeniería al menos un mes. Presentación y evaluación del informe final.
- Estudios de posgrado: ingresar a una maestría de la UNAM. Aprobar las asignaturas con un promedio mínimo de ocho.
- Ampliación y profundización de conocimientos:
 - Aprobar los cursos de la licenciatura con un promedio mínimo de 8,5 y haber cursado 40 créditos adicionales con un promedio de 9.
 - Promedio de 8,5 o mayor y haber aprobado cursos o diplomados de la UNAM con una duración de 240 horas.
- Servicio social:
 - Presentar una tesina acerca de las actividades realizadas.
 - Aprobar la evaluación acerca del informe.

Portugal - Universidad de Coimbra (UC).

La Universidad de Coimbra es una de las más antiguas en Europa, empieza funciones en 1308, un siglo después que Portugal nace como nación. Esta universidad cuenta con alrededor de 23 958 alumnos y 1486 catedráticos.

Carreras de ingeniería impartidas:

- Maestría Integrada en Ingeniería Biomédica.
- Maestría Integrada en Ingeniería Civil, Química y Ambiental.
- Maestría Integrada en Ingeniería Mecánica.
- Maestría Integrada en Ingeniería Eléctrica.

Debido al proceso de Bolonia al que se integraron las instituciones de educación superior de Portugal, el grado de Ingeniero es concedido únicamente al obtener una maestría, de lo contrario solamente es otorgada una Licenciatura en Ciencias de Ingeniería. La licenciatura tiene una duración de 3 años.

Requisitos de ingreso:

- Certificado de enseñanza media.
- Aprobación de la prueba de matemática y física o química o las pruebas de matemática y geometría descriptiva.

Requisitos de titulación:

- Haber cursado los cursos obligatorios del plan de estudios y 300 créditos.
- Defensa del trabajo de grado en el segundo semestre del último año.

Puerto Rico - Universidad de Puerto Rico (UPR).

La Universidad de Puerto Rico es la universidad más antigua de Puerto Rico, cuenta con 5054 docentes e investigadores y 61 967 estudiantes que llevan a cabo sus actividades académicas en 11 unidades universitarias ubicadas en toda la isla. Se imparte enseñanza a nivel medio y superior a través de bachilleratos, grados asociados, maestrías y doctorados. Se encuentra acreditada por entidades profesionales estadounidenses, facilitando el estudio en los Estados Unidos.

Carreras de ingeniería impartidas:

- Ingeniería Industrial.
- Ingeniería Eléctrica.
- Ingeniería en Computación.
- Ingeniería Civil.
- Ingeniería Mecánica.
- Ingeniería Química.

Requisitos de ingreso:

- Diploma de Escuela Superior (*High School*).
- Pruebas del *College Board*: aptitud verbal y matemática.
- Pruebas de aprovechamiento de español, inglés y matemáticas.

Requisitos de titulación:

- Haber cursado todos los cursos del plan de estudios y 165 créditos.

Uruguay - Universidad de la República (UR).

La Universidad de la República es la institución de educación superior más importante del Uruguay con 160 años de fundación. Es una institución pública, autónoma y cogobernada por sus docentes, estudiantes y egresados. La universidad está conformada por Facultades, escuelas, institutos y diferentes centros regionales en el interior de la república.

Carreras de ingeniería impartidas:

- Ingeniería Civil, Química.
- Ingeniería de Producción Industrial.
- Ingeniería Eléctrica.
- Ingeniería en Alimentos.
- Ingeniería en Computación.
- Ingeniería Industrial Mecánica, Ingeniería Naval.

Requisitos de ingreso:

- Título de Bachiller diversificado de enseñanza secundaria, Bachillerato tecnológico o Educación Media Tecnológica.
- Carné de salud y cédula de identidad.

Requisitos de titulación:

- Haber aprobado los cursos del plan de estudios y 450 créditos.
- Haber realizado el trabajo de fin de grado.
- Defensa del informe final.

Venezuela - Universidad Central de Venezuela (UCV).

La Universidad Central de Venezuela tiene sus orígenes desde 1722, año en que la universidad tiene permiso del Papa Inocencio XIII para otorgar títulos de estudio. Actualmente cuenta con unos 54 222 estudiantes de pregrado y 8317 estudiantes de postgrado contando con 8601 docentes.

Carreras de ingeniería impartidas:

- Ingeniería Civil.
- Ingeniería Eléctrica.
- Ingeniería Geofísica, Geológica, Geodesia.
- Ingeniería Hidrometrológica.
- Ingeniería de Minas.
- Ingeniería Mecánica, Metalúrgica.
- Ingeniería Química, de Petróleo.

Requisitos de ingreso:

- Solicitud de ingreso y aprobación de la prueba interna.

Requisitos de titulación:

- Aprobar los cursos y créditos del plan de estudios.
- Defensa del trabajo de grado.

Las tablas IX, y X resumen las carreras de ingeniería, los requisitos de ingreso y los requisitos de titulación de cada universidad.

Tabla IX. Carreras de ingeniería impartidas por cada universidad

Ingenierías impartidas por cada universidad														
Ingeniería	Universidad													
	Arg	Bol	Bra	Chi	Col	CR	Ecu	Esp	Gua	Mex	Por	PR	Ury	Ven
	U N L P	U M S S	U S P	U C	U N C	U C R	E S P O	E P V	U S A C	U N A M	U C	U P R	U R	U C V
Administrativa					X									
Aeronautica	X													
Agrícola					X		X							
Agroindustrial					X				X					
Agronómica					X				X					
Alimentos		X					X						X	
Ambiental			X		X		X	X	X		X			
Biológica					X		X							
Civil	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Computacion, Informática, Sistemas	X	X	X		X	X	X	X	X	X		X	X	
Eléctrica, Electricista	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X
Electrónica	X	X			X		X	X	X	X				
Energías Renovables								X						
Forestal					X									
Geofísica										X				X
Geológica				X			X			X				X
Geomática										X				
Hidráulica	X													
Hidrometrológica														X
Industrial, Producción	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	
Materiales	X		X	X										
Mecánica	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X
Mecánica Eléctrica, Electromecánica	X	X							X					
Mecánica Industrial									X				X	
Mecatrónica			X		X					X				
Metalúrgica			X							X				X
Minas			X	X			X	X						X
Naval			X				X	X					X	
Oceanica							X							
Petrolera			X				X			X				X
Química	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X
Telecomunicaciones										X				
Telemática							X							
Topográfica						X								
Licenciatura Matemática				X					X					
Licenciatura Física				X					X					
Total	11	9	13	9	15	7	17	11	14	12	5	6	8	10
Promedio	10.5													

Fuente: elaboración propia.

Tabla X. Requisitos de ingreso y de titulación

Requisitos de Ingreso a la Universidad y Facultad														
Requisito \ Universidad	Arg	Bol	Bra	Chi	Col	CR	Ecu	Esp	Gua	Mex	Por	PR	Ury	Ven
	UNLP	UMSS	USP	UC	UNC	UCR	ESPOL	EPV	USAC	UNAM	UC	UPR	UR	UCV
Título de enseñanza secundaria	X	X	X		X		X	X	X	X	X	X	X	
Promedio mínimo en la secundaria				X						X				
Prueba vocacional							X		X					
Prueba de aptitudes	X		X	X	X	X	X		X	X	X	X		X
Curso Preuniversitario	X								X					
Títulos, experiencia, etc.								X						
Requisitos de Titulación														
Requisito \ Universidad	Arg	Bol	Bra	Chi	Col	CR	Ecu	Esp	Gua	Mex	Por	PR	Ury	Ven
	UNLP	UMSS	USP	UC	UNC	UCR	ESPOL	EPV	USAC	UNAM	UC	UPR	UR	UCV
Pensum Completo	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Créditos Mínimos	X		X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X
Servicio Social										X				
Practica profesional, Pasantía	X	X	X		X	X	X		X	X				
Dominio de un segundo idioma	X		X						X	X				
Trabajo de Grado	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X		X	X
Defensa del trabajo de grado	X		X	X			X		X	X	X		X	X
Aprobación de cursos de postgrado					X					X				

Fuente: elaboración propia.

- Planes de estudio de las universidades seleccionadas

En la tabla XI se presenta una comparación de los cursos y las horas de clase (aula y laboratorio) por semestre de cada universidad y para cada una se muestra el nombre de la carrera, el número total de horas obligatorias a lo largo de la carrera, el número de horas necesarias para obtener el título, su equivalencia en créditos y la cantidad de horas de clase por crédito.

Tabla XI. Planes de estudio

GUATEMALA		BRASIL		MÉXICO	
USAC		USP		UNAM	
INGENIERÍA ELÉCTRICA		INGENIERÍA ELÉCTRICA ÉNFASIS EN AUTOMATIZACIÓN Y POTENCIA		INGENIERÍA ELÉCTRICA ELECTRÓNICA	
CURSOS SEMESTRE 1	Hrs/Curs	CURSOS SEMESTRE 1	Hrs/Curs	CURSOS SEMESTRE 1	Hrs/Curs
MATEMÁTICA BÁSICA 1	106,72	FÍSICA GRAL. Y EXPERIMENTAL	60	ÁLGEBRA	72
QUÍMICA GENERAL 1	66,72	INTRO A COMPUTACIÓN	60	GEOMETRÍA ANALÍTICA	72
TÉCNICA COMPLEMENTARIA 1	26,72	CÁLCULO DIF. E INTEGRAL	90	QUÍMICA Y ESTRUCT DE MAT	96
SOCIAL HUMANÍSTICA 1	53,28	ÁLGEBRA LINEAL	60	CULTURA Y COMUNICACIÓN	48
ORIENTACIÓN Y LIDERAZGO	22,40	GEOMETRÍA GRÁFICA	60	CÁLCULO DIFERENCIAL	72
IDIOMA TÉCNICO 1	53,28	INTRODUCCIÓN A INGENIERÍA	75		
DEPORTES 1	13,33	QUÍMICA TECNOLÓGICA GRAL	60		
HORAS OBLIGATORIAS	275,84	HORAS OBLIGATORIAS	465	HORAS OBLIGATORIAS	360
CURSOS SEMESTRE 2	Hrs/Curs	CURSOS SEMESTRE 2	Hrs/Curs	CURSOS SEMESTRE 2	Hrs. Est
MATEMÁTICA BÁSICA 2	106,72	FÍSICA PARA INGENIERÍA II	90	CÁLCULO INTEGRAL	72
FÍSICA BÁSICA	80,00	CÁLCULO NUMÉRICO	60	ÁLGEBRA LINEAL	72
INTRO A PROG COMPUTADORAS	40,00	CÁLCULO DIF. E INTEGRAL II	60	COMPU PARA INGENIEROS	80
SOCIAL HUMANÍSTICA 2	53,28	ÁLGEBRA LINEAL II	60	ESTÁTICA	72
TEC DE ESTUDIO Y DE INVEST	40,00	REPRESENTACIÓN GRÁFICA	60	INTRODUCCIÓN A ECONOMÍA	72
IDIOMA TÉCNICO 2	53,28	MECÁNICA A	60		
TÉCNICA COMPLEMENTARIA 2	26,72	INTRO A CIENCIA DE MATERIALES	60		
DEPORTES 2	13,33				
HORAS OBLIGATORIAS	320,00	HORAS OBLIGATORIAS	450	HORAS OBLIGATORIAS	368
CURSOS SEMESTRE 3	Hrs/Curs	CURSOS SEMESTRE 3	Hrs/Curs	CURSOS SEMESTRE 3	Hrs/Curs
MATEMÁTICA INTERMEDIA 1	106,72	FÍSICA III	90	ECUACIONES DIFERENCIALES	72
FÍSICA 1	77,50	INSTITUCIONES DE DERECHO	30	CÁLCULO VECTORIAL	72
LENG DE PROG APLICADOS A I.E.	40,00	CÁLCULO DIF. E INTEGRAL III	60	CINEMÁTICA Y DINÁMICA	72
PRÁCTICA INICIAL	22,40	FUNDAMENTOS DE CÓMPUTO	60	PROG AVANZADA Y MET NUM	80
IDIOMA TÉCNICO 3	51,62	ENERGÍA, AMB Y SOSTENIBILID	60	PRINC TERMO Y ELECTROMAG	104
QUÍMICA 2	66,72	CIRCUITOS ELÉCTRICOS I	90		
FILOSOFÍA DE LA CIENCIA	25,89	PRÁCTICAS DE ELECTRICIDAD I	90		
ECOLOGÍA	40,00				
PSICOLOGÍA INDUSTRIAL	26,72				
CONTABILIDAD 1	40,00				
LEGISLACIÓN 1	26,72				
HORAS OBLIGATORIAS	246,62	HORAS OBLIGATORIAS	480	HORAS OBLIGATORIAS	400
CURSOS SEMESTRE 4	Hrs/Curs	CURSOS SEMESTRE 4	Hrs/Curs	CURSOS SEMESTRE 4	Hrs/Curs
MATEMÁTICA INTERMEDIA 2	53,28	FÍSICA IV	90	ELECTRICIDAD Y MAGNETISMO	104
MATEMÁTICA INTERMEDIA 3	53,28	CÁLCULO DIF. E INTEGRAL IV	60	FÍSICA DE SEMICONDUCTORES	48
FÍSICA 2	80,00	SISTEMAS DIGITALES I	90	PROBABILIDAD Y ESTADÍSTICA	72
ESTADÍSTICA 1	66,72	INTRO A ELECTROMECC Y AUTOM	60	ENERG E IMPACTO AMBIENTAL	48
IDIOMA TÉCNICO 4	53,28	CIRCUITOS ELÉCTRICOS II	90	ANÁLISIS DE SIST Y SEÑALES	72
DIBUJO TÉCNICO MECANICO	13,33	PRÁCTICAS DE ELECTRICIDAD II	120	TEMAS SELECTOS DE FILOSOFI	48
LÓGICA	40,00	INTRO. A ELECTRÓNICA	90		
TOPOGRAFÍA 1	146,72				
HORAS OBLIGATORIAS	253,28	HORAS OBLIGATORIAS	600	HORAS OBLIGATORIAS	392
CURSOS SEMESTRE 5	Hrs/Curs	CURSOS SEMESTRE 5	Hrs/Curs	CURSOS SEMESTRE 5	Hrs/Curs
MATEMÁTICA APLICADA 5	40,00	ING. ELECTROMAGNÉTICA	60	TEORÍA ELECTROMAGNÉTICA	104
MATEMÁTICA APLICADA 1	40,00	INTRO. A CIENCIAS TÉRMICAS	60	DINÁMICA DE SISTEMAS FÍSICO	72
FÍSICA 3	80,00	ESTADÍSTICA	60	ANÁLISIS DE CIRC ELÉCTRICOS	104
ANÁLISIS PROBABILÍSTICO	66,72	ELECTRÓNICA	90	ALGORIT Y ESTRUCT DE DATOS	72
CIRCUITOS ELÉCTRICOS 1	66,67	SISTEMAS Y SEÑALES I	60	LITERATURA HISPANA CONTEM	48
PRINCIPIOS DE METROLOGÍA	26,72				
INVEST DE OPERACIONES 1	53,28				
HORAS OBLIGATORIAS	293,39	HORAS OBLIGATORIAS	330	HORAS OBLIGATORIAS	352

Continuación de la tabla XI.

GUATEMALA - USAC		BRASIL - USP		MÉXICO - UNAM	
CURSOS SEMESTRE 6	Hrs/Curs	CURSOS SEMESTRE 6	Hrs/Curs	CURSOS SEMESTRE 6	Hrs/Curs
TEORÍA ELECTROMAGNÉTICA 1	53,33	SISTEMAS DIGITALES II	90	FUNDAMENTOS DE CONTROL	104
FÍSICA 4	80,00	INTRO. A SIST. ELECT. DE POTEN.	60	MÁQUINAS ELÉCTRICAS 1	104
ELECT Y ELECTRÓNICA BÁSICA	66,72	CONV. ELECTROMECC. DE ENERG	60	CTOS Y EVAL DE PROYECTOS	48
CIRCUITOS ELÉCTRICOS 2	66,67	FUNDAM. DE MEC. DE ESTRUCT	30	ACÚSTICA Y ÓPTICA	80
MATEMÁTICA APLICADA 2	40,00	LAB. MECÁNICA DE FLUIDOS	30	DISP Y CIRC ELECTRÓNICOS	104
MATEMÁTICA APLICADA 4	40,00	INGENIERÍA DE COMUNICACIÓN	60		
HORAS OBLIGATORIAS	266,72	HORAS OBLIGATORIAS	330	HORAS OBLIGATORIAS	440
CURSOS SEMESTRE 7	Hrs/Curs	CURSOS SEMESTRE 7	Hrs/Curs	CURSOS SEMESTRE 7	Hrs/Curs
MECÁNICA ANALÍTICA 1	53,28	MÁQUINAS ELÉCTRICAS I	90	DISEÑO DIGITAL	80
LINEAS DE TRANSMISIÓN	40,00	INSTALACIONES ELÉCTRICAS I	90	CIRC INTEGRADOS ANALÓGICOS	104
CONV. DE ENER ELECTROMECC 1	80,00	SISTEMAS DE POTENCIA I	75	SIST ELÉCTRICOS DE POTENCIA	104
INSTRUMENTACIÓN ELÉCTRICA	80,00	INTRO. A AUTOM DE SIST ELECT	30	SIST DE COM ELECTRÓNICAS	104
ELECTRÓNICA 1	66,72	CONTROL	60	MEDICIÓN E INSTRUMENTANCION	80
PRÁCTICA INTERMEDIA	22,40	ELECTRÓNICA DE POTENCIA	75		
MATEMÁTICA APLICADA 3	40,00	INTRODUCCIÓN A ECONOMÍA	60		
TEORÍA ELECTROMAGNÉTICA 2	40,00				
ADMINISTRACIÓN DE PERSONAL	66,72				
LEGISLACIÓN 2	26,72				
HORAS OBLIGATORIAS	342,40	HORAS OBLIGATORIAS	480	HORAS OBLIGATORIAS	472
CURSOS SEMESTRE 8	Hrs/Curs	CURSOS SEMESTRE 8	Hrs/Curs	CURSOS SEMESTRE 8	Hrs/Curs
TRANSMISIÓN Y DISTRIBUCIÓN	53,28	INSTALACIONES ELÉCTRICAS II	60	MICROPROC Y MICRO CONTROL	80
SISTEMAS DE CONTROL 1	53,28	MAQS. ELECT Y SUS ACCIONAM	60	ÉTICA PROFESIONAL	48
CONV D ENERG ELECTROMECC 2	40,00	AUTOM. DE SIST. ELECT DE POT	120	PLANTAS GENERADORAS	48
MÁQUINAS ELÉCTRICAS	66,67	SISTEMAS DE POTENCIA II	75	SIST ELÉCTRICOS D POTENCIA II	104
INGENIERÍA ECONÓMICA 1	56,00	PRODUCCIÓN DE ENERGÍA	60	SUBESTACIONES ELÉCTRICAS	48
ELECTRÓNICA 2	66,72	ELECTRÓNICA DE POTENCIA II	75	RELACIONES LABORALES Y ORG	48
MECÁNICAS DE FLUIDOS	53,33				
INGENIERÍA DE LA PRODUCCIÓN	66,72				
HORAS OBLIGATORIAS	269,23	HORAS OBLIGATORIAS	450	HORAS OBLIGATORIAS	328
CURSOS SEMESTRE 9	Hrs/Curs	CURSOS SEMESTRE 9	Hrs/Curs	CURSOS SEMESTRE 9	Hrs/Curs
ANÁLISIS DE SIST DE POTENCIA 1	72,00	PROYECTO DE GRADUACIÓN I	60	MÁQUINAS ELÉCTRICAS II	104
ALTA TENSIÓN	40,00	INTRO A AUTOM DE SIST IND	30	INSTAL. ELECT INDUSTRIALES	48
SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN	34,72	TRANSPORTE DE ENERG ELECT	60	PROTECCIÓN DE SIST DE POT	104
INSTALACIONES ELÉCTRICAS	66,67	USO DE LA ENERGÍA ELECT	60	ELECTRÓNICA DE POTENCIA	72
ELECTRÓNICA 3	66,72	TÉCNICAS DE OPT. EN ING D POT	30	RECURSOS Y NECES DE MÉXICO	48
PRÁCTICA FINAL	400,00	PRINCIPIOS D GESTIÓN DE PROY	30	SEMINARIO DE TITULACION	48
ADMINISTRACION DE EMPRESAS 1	48,00			PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	
TERMODINÁMICA 1	53,33				
COMUNICACIONES 1	72,00				
RADIOCOMUNIC TERRESTRES	40,00				
GESTIÓN DE DESASTRES	26,72				
INTRO A LA EVAL DE IMPACTO AMB	40,00				
ÉTICA PROFESIONAL	40,00				
HORAS OBLIGATORIAS	728,11	HORAS OBLIGATORIAS	270	HORAS OBLIGATORIAS	424
CURSOS SEMESTRE 10	Hrs/Curs	CURSOS SEMESTRE 10	Hrs/Curs	CURSOS SEMESTRE 10	Hrs/Curs
SISTEMAS DE GENERACIÓN	40,00	PROYECTO DE GRADUACIÓN II	60		
AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL	80,00	CALIDAD Y REG.DE ENERG ELECT	90		
SUBESTACIONES	53,28	PRÁCTICA SUPERVISADA	195		
PROTECC DE SIST DE POTENCIA	40,00				
PREP. Y EVAL. DE PROYECTOS 1	56,00				
ELECTRÓNICA 5	66,72				
ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS 2	26,72				
HORAS OBLIGATORIAS	269,28	HORAS OBLIGATORIAS	345	HORAS OBLIGATORIAS	0
TOTAL HORAS OBLIGATORIAS	3264,86	TOTAL HORAS OBLIGATORIAS	4200	TOTAL HORAS OBLIGATORIAS	3536
HORAS OBTENCIÓN TÍTULO (APROX)	3500	HORAS OBTENCIÓN TÍTULO	4200	HORAS OBTENCIÓN TÍTULO	3632
EQUIVALENCIA EN CRÉDITOS	250	EQUIVALENCIA EN CRÉDITOS	280	EQUIVALENCIA EN CRÉDITOS	400
HORAS EST / CRÉDITO (APROX)	14	HORAS EST / CRÉDITO	15	HORAS EST / CRÉDITO (APROX)	9

Continuación de la tabla XI.

ESPAÑA		ARGENTINA		URUGUAY	
UPV		UNLP		UR	
INGENIERÍA ELÉCTRICA ELECTRÓNICA		INGENIERÍA ELÉCTRICA		INGENIERÍA ELÉCTRICA	
CURSOS SEMESTRE 1	Hrs/Curs	CURSOS SEMESTRE 1	Hrs/Curs	CURSOS SEMESTRE 1	Hrs/Curs
ÁLGEBRA	60	MATEMÁTICA A	168	CÁLCULO 1	105
CÁLCULO	60	QUÍMICA	84	GEOMETRÍA Y ÁLGEBRA LINEAL 1	84
EXPRESION GRÁFICA	45	INTRO. A LA INGENIERÍA	48	FÍSICA 1	84
FUNDAMENTOS DE INFORMÁTICA	60	INGLÉS 1			
FUNDAMENTOS FÍSICOS DE ING.	60				
FUNDAMENTOS QUÍMICOS DE ING	45				
HORAS OBLIGATORIAS	330	HORAS OBLIGATORIAS	300	HORAS OBLIGATORIAS	273
CURSOS SEMESTRE 2	Hrs. Est	CURSOS SEMESTRE 2	Hrs. Est	CURSOS SEMESTRE 2	Hrs. Est
CÁLCULO	60	MATEMÁTICA B	168	CÁLCULO 2	105
EXPRESION GRÁFICA	45	FÍSICA I	84	GEOMETRÍA Y ÁLGEBRA LINEAL 2	84
FUNDAMENTOS FÍSICOS DE ING.	60	SISTEMAS DE REPRESENT. B	42	FÍSICA 2	70
FUNDAMENTOS QUÍMICOS DE ING	45	INGLÉS 2		PROGRAMACIÓN 1	56
MÉTODOS ESTADÍSTICOS DE ING	60				
HORAS OBLIGATORIAS	270	HORAS OBLIGATORIAS	294	HORAS OBLIGATORIAS	315
CURSOS SEMESTRE 3	Hrs/Curs	CURSOS SEMESTRE 3	Hrs/Curs	CURSOS SEMESTRE 3	Hrs/Curs
CIENCIA DE LOS MATERIALES	60	PROBABILIDADES	42	CÁLCULO 3	70
ELECTRÓNICA INDUSTRIAL	60	TERMODINÁMICA B	96	PROB. Y ESTADÍSTICA	84
FUNDAMENTOS DE TECNO ELECT	45	FÍSICA II	84	FÍSICA 3	70
INGENIERÍA TÉRMICA	60	MATEMÁTICA C	126	MEC. NEWTONIANA	70
MECÁNICA APLICADA	45	INGLÉS 3		FÍSICA EXPERIMENTAL 1	42
HORAS OBLIGATORIAS	270	HORAS OBLIGATORIAS	348	HORAS OBLIGATORIAS	336
CURSOS SEMESTRE 4	Hrs/Curs	CURSOS SEMESTRE 4	Hrs/Curs	CURSOS SEMESTRE 4	Hrs/Curs
AUTOMATISMO Y CONTROL	60	FÍSICA III A	84	ECUACIONES DIFERENCIALES	84
ECONOMÍA Y ADMÓN. DE EMPRESAS	60	ESTADÍSTICA	42	DISEÑO LOGICO	84
FUNDAMENTOS DE TECNO ELECT	45	MATEMÁTICA D	126	ELECTROMAGNETISMO	84
MECÁNICA APLICADA	45	HUMANÍSTICA A	48	ECONOMÍA	50
MECÁNICA DE FLUIDOS	60			FÍSICA EXPERIMENTAL 2	42
SISTEMAS DE PROD. Y FABRIC.	60				
HORAS OBLIGATORIAS	330	HORAS OBLIGATORIAS	252	HORAS OBLIGATORIAS	344
CURSOS SEMESTRE 5	Hrs/Curs	CURSOS SEMESTRE 5	Hrs/Curs	CURSOS SEMESTRE 5	Hrs/Curs
ELECTRÓNICA DE POTENCIA	60	MATEMÁTICA E	84	FUNCIONES DE VAR COMPLEJA	61
INSTALACION DE B. y M. TENSIÓN	90	CAMPOS Y ONDAS	96	INTRO. A MICROPROCESADORES	63
MÁQUINAS ELÉCTRICAS	90	DISPOSITIVOS ELECTRÓNICOS B	96	SISTEMAS LINEALES 1	91
REGULACION AUTOMÁTICA	60	TEORÍA DE CIRCUITOS I	96	PROG. ORIENTADA A OBJETOS	84
HORAS OBLIGATORIAS	300	HORAS OBLIGATORIAS	372	HORAS OBLIGATORIAS	299

Continuación de la tabla XI.

ESPAÑA - UPV		ARGENTINA - UNLP		URUGUAY - UR	
CURSOS SEMESTRE 6	Hrs/Curs	CURSOS SEMESTRE 6	Hrs/Curs	CURSOS SEMESTRE 6	Hrs/Curs
CENTRALES ELECT Y ENER RENOV	90	ECONOMÍA Y ORG: INDUSTRIAL	48	MÉTODOS NUMÉRICOS	61
CONTROL DE MÁQUINAS	60	PROG, ALGORIT Y ESTRUCT DATOS	48	MUESTR Y PROC DIGITAL	75
INSTALACIONES DE ALTA TENSIÓN	60	MEDIDAS ELÉCTRICAS	96	SISTEMAS LINEALES 2	78
LIN ELECT Y SIST ELECT DE POT	90	MAT Y COMP ELECTROTÉCNICOS	48	GESTIÓN DE CALIDAD	42
		TEORÍA DE CIRCUITOS II	96		
HORAS OBLIGATORIAS	300	HORAS OBLIGATORIAS	336	HORAS OBLIGATORIAS	214
CURSOS SEMESTRE 7	Hrs/Curs	CURSOS SEMESTRE 7	Hrs/Curs	CURSOS SEMESTRE 7	Hrs/Curs
GESTIÓN DE PROYECTOS	60	ESTRUCTURAS	96	MEDIDAS ELÉCTRICAS	96
ORGANIZACIÓN DE LA PRODUCC	60	INGENIERÍA LEGAL	48	ELECTRÓNICA 1	94
SIST DE GESTIÓN INTEGRADA	60	MÁQUINAS ELÉCTRICAS I	96	INTRO A LA ELECTROTÉCNICA	84
TECNOLOGIAS AMBIENTALES	60	CIRCUITOS ELECTRÓNICOS	96	REDES ELÉCTRICAS	58
NORMA Y USO DE LA LENG: VASCA	60			GESTIÓN DE PROYECTOS	50
TÉCNICAS DE ILUMINACION	60				
INGLÉS PARA INGS: INDUSTRIALES	60				
HORAS OBLIGATORIAS	240	HORAS OBLIGATORIAS	336	HORAS OBLIGATORIAS	332
CURSOS SEMESTRE 8	Hrs/Curs	CURSOS SEMESTRE 8	Hrs/Curs	CURSOS SEMESTRE 8	Hrs/Curs
TRABAJO DE FIN DE GRADO	120	MÁQUINAS ELÉCTRICAS II	96	INTRO. A TEORÍA DE CONTROL	91
GESTIÓN AVANZADA DE PROYECT	60	TEORÍA DE TRANSM DE ENERG E	96	INSTALACIONES ELÉCTRICAS	60
GESTIÓN ENERGÉTICA Y ECOEFIC	60	DISP E INST: ELÉCTRICAS I	96	TRANSPORTE DE ENERGÍA ELEC	54
COMUNIC TÉCNICA EN EUSKERA	60	CONTROL Y SERVOMEKANISMOS B	96	MÁQUINAS ELÉCTRICAS	76
MODEL Y SIMUL DE INST ELECT	60			TALLER ENCARARÉ	56
AUTOMATISMOS ELÉCTRICOS	60				
HORAS OBLIGATORIAS	120	HORAS OBLIGATORIAS	384	HORAS OBLIGATORIAS	281
CURSOS SEMESTRE 9	Hrs/Curs	CURSOS SEMESTRE 9	Hrs/Curs	CURSOS SEMESTRE 9	Hrs/Curs
		SISTEMAS DIGIT Y DE COM	96	PROYECTO	56
		DISP E INST: ELÉCTRICAS II	96	PROYECTO DE INST ELÉCTRICA	30
		SISTEMAS DE POTENCIA	96	ELECTRÓNICA DE POTENCIA	70
		CENTRALES ELÉCTRICAS I	96	PASANTÍA	240
				ENSAYO DIELÉCTRICOS	50
				INTRODUCCIÓN A PLC's	45
HORAS OBLIGATORIAS	0	HORAS OBLIGATORIAS	384	HORAS OBLIGATORIAS	396
CURSOS SEMESTRE 10	Hrs/Curs	CURSOS SEMESTRE 10	Hrs/Curs	CURSOS SEMESTRE 10	Hrs/Curs
		DISEÑO DE LT Y EST TRANSF	96	PROYECTO	56
		DISTRIB DE ENERGÍA ELÉCTRICA	96	LEGISLACIÓN Y REL LABORALES	90
		TRABAJO FINAL	250	SUBESTACION DE MED TENSIÓN	60
		PRÁCTICA FINAL SUPERVISADA		PROTEC DE SIST ELEC DE POT	78
		INSTRUM Y COM INDUSTRIALES	96	INTRO ADMÓN P/ INGENIEROS	70
		ELECTRÓNICA DE POTENCIA	96		
		ELECTRÓNICA INDUSTRIAL A	96		
		CENTRALES ELÉCTRICAS II	96		
HORAS OBLIGATORIAS	0	HORAS OBLIGATORIAS	442	HORAS OBLIGATORIAS	206
TOTAL HORAS OBLIGATORIAS	2160	TOTAL HORAS OBLIGATORIAS	3448	TOTAL HORAS OBLIGATORIAS	2996
HORAS OBTENCIÓN TÍTULO	2400	HORAS OBTENCIÓN TÍTULO	3688	HORAS OBTENCIÓN TÍTULO	3350
EQUIVALENCIA EN CRÉDITOS	240	EQUIVALENCIA EN CRÉDITOS	250	EQUIVALENCIA EN CRÉDITOS	450
HORAS EST / CRÉDITO (APROX)	10	HORAS EST / CRÉDITO (APROX)	15	HORAS EST / CRÉDITO (APROX)	7

Continuación de la tabla XI.

CHILE		PORTUGAL		PUERTO RICO	
UC		UL		UPRM	
INGENIERÍA ELÉCTRICA		INGENIERÍA ELÉCTRICA		INGENIERÍA ELÉCTRICA	
CURSOS SEMESTRE 1	Hrs/Curs	CURSOS SEMESTRE 1	Hrs/Curs	CURSOS SEMESTRE 1	Hrs/Curs
COMPUTACIÓN	90	ÁLGEBRA LINEAL Y GEOMETRÍA	75	PRECÁLCULO	90
INTRO A FÍSICA NEWTONIANA	90	ANÁLISIS MATEMÁTICO I	75	QUÍMICA GENERAL	72
INTRODUCCIÓN AL CÁLCULO	90	PROGRAMACIÓN DE COMPUTAD	75	CURSO BÁSICO EN ESPAÑOL	54
INTRODUCCIÓN AL ÁLGEBRA	90	LABORATORIO DE SIS DIGITALES	75	PRIMER AÑO DE INGLÉS	54
INTRODUCCIÓN A LA INGENIERÍA	63			EDUCACION FÍSICA	18
HORAS OBLIGATORIAS	423	HORAS OBLIGATORIAS	300	HORAS OBLIGATORIAS	288
CURSOS SEMESTRE 2	Hrs. Est	CURSOS SEMESTRE 2	Hrs. Est	CURSOS SEMESTRE 2	Hrs. Est
QUÍMICA	90	ANÁLISIS MATEMÁTICO II	75	PRIMER AÑO DE INGLÉS	54
SISTEMAS NEWTONIANOS	90	ESTRUCTURAS DE DATOS Y ALG	60	CURSO BÁSICO EN ESPAÑOL II	54
CÁLCULO DIF E INTEGRAL	90	MECÁNICA Y ONDAS	75	QUÍMICA GENERAL II	72
ÁLGEBRA LINEAL	90	SISTEMAS DE MICROPROCES	60	CÁLCULO I	72
DIFUSION DE CONTAM AL AMB	63	LAB DE ELECTROTECN Y CIRCUI	30	EDUCACION FÍSICA II	36
INTRO A LA INGENIERÍA II	63				
HORAS OBLIGATORIAS	486	HORAS OBLIGATORIAS	300	HORAS OBLIGATORIAS	288
CURSOS SEMESTRE 3	Hrs/Curs	CURSOS SEMESTRE 3	Hrs/Curs	CURSOS SEMESTRE 3	Hrs/Curs
ECONOMÍA	81	ANÁLISIS MATEMÁTICO III	75	CÁLCULO II	72
MECÁNICA	90	APLICACIONES INFORMÁTICAS	30	FÍSICA I	90
CÁLCULO EN VARIAS VARIABLES	90	MATERIALES ELECT Y TERMO	75	ALGORITMOS Y PROG DE COMP	54
ECUACIONES DIF ORDINARIAS	90	PROBABILIDADES Y ESTADÍSTICA	60	SEGUNDO AÑO DE INGLÉS	54
TALLER DE PROYECTO	63	SEÑALES Y SISTEMAS	60	MECÁNICA PARA INGENIERÍA	54
INGLÉS I	63				
HORAS OBLIGATORIAS	477	HORAS OBLIGATORIAS	300	HORAS OBLIGATORIAS	324
CURSOS SEMESTRE 4	Hrs/Curs	CURSOS SEMESTRE 4	Hrs/Curs	CURSOS SEMESTRE 4	Hrs/Curs
TERMODINÁMICA	81	CIRCUITOS ELÉCTRICOS	60	CÁLCULO III	54
MÉTODOS EXPERIMENTALES	81	ELECTROMAGNETISMO	60	FÍSICA II	90
ELECTROMAGNETISMO	81	ELECTRÓNICA I	60	CIENCIA DE MATERIALES P/ ING E	54
CÁLCULO AVANZADO Y APLIC	90	MATEMÁTICA COMPUTACIONAL	60	ANÁLISIS DE SISTEMAS ELECT I	54
INGLÉS II	63	PROCESAMIENTO DE SEÑALES	60	LAB DE MEDICIONES ELÉCTRICA	18
MECÁNICA DE FLUIDOS	90			SEGUNDO AÑO DE INGLÉS	54
HORAS OBLIGATORIAS	486	HORAS OBLIGATORIAS	300	HORAS OBLIGATORIAS	324
CURSOS SEMESTRE 5	Hrs/Curs	CURSOS SEMESTRE 5	Hrs/Curs	CURSOS SEMESTRE 5	Hrs/Curs
ELECTROMAGNET APLICADO	99	CONTROL	60	ECUACIONES DIF ORDINARIAS	54
ANALIS Y DISEÑ DE CIRC ELECT	117	ELECTRÓNICA II	60	ANÁLISIS DE SISTEMAS ELEC II	54
PROBABILIDADES Y ESTADÍSTICA	90	ELECTOTECNIA APLICADA	60	LÓGICA DE CIRCUITOS	54
MODELADO Y OPTIMIZACION	81	INSTRUMENTACIÓN Y MEDIDAS	60	ELECTRÓNICA I	54
ALGORITM Y ESTRUC DE DATOS	90	ONDAS Y PROPAGACION	60	ELECTROMAGNETISMO I	72
HORAS OBLIGATORIAS	477	HORAS OBLIGATORIAS	300	HORAS OBLIGATORIAS	288
CURSOS SEMESTRE 6	Hrs/Curs	CURSOS SEMESTRE 6	Hrs/Curs	CURSOS SEMESTRE 6	Hrs/Curs
EVALUACION DE PROYECTOS	81	AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL	60	PROBABILIDAD Y ESTADÍSTICA	54
CIRC ELECTRÓNICOS ANALOG	90	REDES E INST ELÉCTRICAS	60	ANÁLISIS DE SISTEMAS ELEC III	54
SEÑALES Y SISTEMAS I	99	REDES Y SISTEMAS DE TELECOM	60	ELECTRÓNICA II	72
SEMINARIO DE ING ELECTRICA	18	SISTEMAS OPERATIVOS	60	ELECTROMAGNETISMO II	54
ING ECONÓMICA Y GEST FINANCI	81	TÉCNICAS DE GESTIÓN Y PLAN	60	MICROPROCESADORES	54
HORAS OBLIGATORIAS	369	HORAS OBLIGATORIAS	300	HORAS OBLIGATORIAS	288

Continuación de la tabla XI.

CHILE - UC		PORTUGAL - UC		PUERTO RICO - UPR	
CURSOS SEMESTRE 7	Hrs/Curs	CURSOS SEMESTRE 7	Hrs/Curs	CURSOS SEMESTRE 7	Hrs/Curs
CONVER DE ENER Y SIST ELEC	108	ELECTRÓNICA DE POTENCIA	60	ANÁLISIS DE ING ECONÓMICA	54
SISTEMAS DIGITALES	99	GESTIÓN DE ENERGÍA ELECT	60	MÁQUINAS ELÉCTRICAS	72
SISTEMAS Y SEÑALES II	90	MÁQUINAS ELÉCTRICAS I	60	TEORÍA DE COMUNICACIONES I	54
PRÁCTICA PROFESIONAL I	190	PLANEAMIENTO Y PROD DE ELEC	60	INTRO A SISTEMAS DE CONTROL	54
GESTIÓN DE OPERACIONES I	81	SISTEMAS DE ENERGÍA ELEC I	60	PROGR ORIENTADA A OBJETOS	54
CONTAB Y CONTROL DE GESTIÓN	81				
HORAS OBLIGATORIAS	649	HORAS OBLIGATORIAS	300	HORAS OBLIGATORIAS	288
CURSOS SEMESTRE 8	Hrs/Curs	CURSOS SEMESTRE 8	Hrs/Curs	CURSOS SEMESTRE 8	Hrs/Curs
PRINCIPIOS DE COMUNICACIÓN	90	INTRO A ACCIONAM ELÉCTRICOS	60	MATEMÁTICAS AVANZADAS	54
FUNDAM DE CONTROL DE SIST	90	MÁQUINAS ELÉCTRICAS II	60	TERMODINÁMICA GENERAL	54
SIST DE ENER Y EQUIP ELEC	108	SISTEMAS DE ENERGÍA ELECT II	60	SOCIAL HUMANÍSTICA I	54
MARKETING I	81	TÉCNICAS DE ALTA TENS Y PROT	60	ELECTRÓNICA DE POTENCIA	72
RESISTENCIA DE MATERIALES	81			ANÁLISIS DE SIST DE POTENCIA	54
HORAS OBLIGATORIAS	450	HORAS OBLIGATORIAS	240	HORAS OBLIGATORIAS	288
CURSOS SEMESTRE 9	Hrs/Curs	CURSOS SEMESTRE 9	Hrs/Curs	CURSOS SEMESTRE 9	Hrs/Curs
LAB DE EQUIP Y DISP ELEC	90	CREACION Y GESTIÓN DE EMP	60	DISEÑO DE TRANS Y DISTRIBUC	54
MAQ ELECT P/ INDUST Y MINERIA	99	TRABAJO DE GRADO I	300	PROTEC DE SIST DE POTENCIA	54
APLIC IND DE LA ENER ELEC	90	INTERACCION HOMBRE MÁQUINA	60	SOCIAL HUMANÍSTICA II	54
ELECTRÓNICA DE POTENCIA	90	PROYECTO DE INST ELEC	60	SOCIAL HUMANÍSTICA III	54
		SIMULACION Y ANIMACION COMP	60	PRÁCTICA DE INGENIERÍA	54
		APLICACIONES DE ACC ELEC	60		
		CONTROL DIFUSO Y APRENDIZA	60		
		FUNDAMENTOS DE INV OPERAC	60		
		INSPECCAUTOMAT Y VISION ART	60		
		CALIDAD DE SERVICIO DE ENER	60		
		REDES OPTICAS	60		
		SISTEMAS DE CONTROL DE ENE	60		
		SISTEMAS DE ENER EN MERC	60		
HORAS OBLIGATORIAS	369	HORAS OBLIGATORIAS	540	HORAS OBLIGATORIAS	270
CURSOS SEMESTRE 10	Hrs/Curs	CURSOS SEMESTRE 10	Hrs/Curs	CURSOS SEMESTRE 10	Hrs/Curs
INTRO AL TALLER DE PROY	36	TRABAJO DE GRADO II	300	CONTROL DE MOTORES ELEC	54
INTRO AL TALLER DE DISEÑO	36	TÉCNICAS DE TRANSMISIÓN	60	PROY DE DISEÑO DE SIST POT	54
LAB DE SIST DE ENERGÍA	90	COMPATIBILIDAD ELECTROMAG	60	SOCIAL HUMANÍSTICA IV	54
INGENIERÍA DE ALTA TENSIÓN	90	COMPLEMENTOS DE INV OPER	60	SOCIAL HUMANÍSTICA V	54
AISLACION EQUIP DE ALTA TENS	72	CONTROL NO DESTRUCTIVO	60	GESTIÓN DE PROYECTOS	54
TRACCIÓN ELÉCTRICA	80	GESTIÓN DE ENER EN EDIFICI	60	DERECHO	54
		TRACCION ELÉCTRICA	60		
HORAS OBLIGATORIAS	404	HORAS OBLIGATORIAS	300	HORAS OBLIGATORIAS	324
CURSOS SEMESTRE 11	Hrs/Curs	CURSOS SEMESTRE 11	Hrs/Curs	CURSOS SEMESTRE 11	Hrs/Curs
TALLER DE PROYECTOS	90				
TALLER DE DISEÑO	90				
INTRO AL TRABAJO DE TÍTULO	36				
PRÁCTICA PROFESIONAL II	380				
PROTEC DE INST ELÉCTRICAS	90				
PUESTA A TIERRA DE INST ELEC	90				
HORAS OBLIGATORIAS	776	HORAS OBLIGATORIAS	0	HORAS OBLIGATORIAS	0
CURSOS SEMESTRE 12	Hrs/Curs	CURSOS SEMESTRE 12	Hrs/Curs	CURSOS SEMESTRE 12	Hrs/Curs
TALLER DE DESEMPEÑO PROF	54				
TRABAJO DE TÍTULO	36				
HORAS OBLIGATORIAS	90	HORAS OBLIGATORIAS	0	HORAS OBLIGATORIAS	0
TOTAL HORAS OBLIGATORIAS	5456	TOTAL HORAS OBLIGATORIAS	3180	TOTAL HORAS OBLIGATORIAS	2970
HORAS OBTENCIÓN TÍTULO	5456	HORAS OBTENCIÓN TÍTULO	3180	HORAS OBTENCIÓN TÍTULO	2970
EQUIVALENCIA EN CRÉDITOS	590	EQUIVALENCIA EN CRÉDITOS	300	EQUIVALENCIA EN CRÉDITOS	165
HORAS EST / CRÉDITO (APROX)	9	HORAS EST / CRÉDITO (APROX)	10	HORAS EST / CRÉDITO (APROX)	18

Continuación de la tabla XI.

COLOMBIA		VENEZUELA		COSTA RICA	
UNC		UCV		UCR	
INGENIERÍA ELÉCTRICA		INGENIERÍA ELÉCTRICA		INGENIERÍA ELÉCTRICA	
CURSOS SEMESTRE 1	Hrs/Curs	CURSOS SEMESTRE 1	Hrs/Curs	CURSOS SEMESTRE 1	Hrs/Curs
CÁLCULO DIFERENCIAL	81,05	FÍSICA GENERAL I	108	CURSO INTEGRADO HUMANIDAD I	108
PROGRAMACIÓN DE COMPUTADOR	60,79	CÁLCULO I	90	ÁLGEBRA LINEAL	54
INTRO A LA CIENCIA DE MATERIALE	60,79	INTRODUCCIÓN A LA INGENIERÍA	36	CÁLCULO I	54
INTRO A INGENIERÍA	101,32	LENGUA Y COMUNICACIÓN	36	CURSO DE ARTE	36
INGLÉS I	0,00	GEOMETRÍA DESCRIPTIVA I	90	QUÍMICA GENERAL I	72
CATEDRA DE COLOMBIA	60,79			ACTIVIDAD DEPORTIVA	0
HORAS OBLIGATORIAS	303,95	HORAS OBLIGATORIAS	360	HORAS OBLIGATORIAS	324
CURSOS SEMESTRE 2	Hrs. Est	CURSOS SEMESTRE 2	Hrs. Est	CURSOS SEMESTRE 2	Hrs. Est
ÁLGEBRA LINEAL	81,05	ÁLGEBRA LINEAL Y GEOMETRÍA	72	CURSO INTEGRADO HUMANIDA II	108
CÁLCULO INTEGRAL	81,05	CÁLCULO II	90	PRINCIPIOS DE INFORMATICA	72
FUNDAMENTOS DE MECÁNICA	81,05	FÍSICA GENERAL II	108	CÁLCULO II	72
TALLER DE ING ELÉCTRICA	40,53	QUÍMICA GENERAL I	90	FÍSICA GENERAL I	72
INGLÉS II	0,00				
CATEDRA DE DERECHO	60,79				
HORAS OBLIGATORIAS	283,69	HORAS OBLIGATORIAS	360	HORAS OBLIGATORIAS	324
CURSOS SEMESTRE 3	Hrs/Curs	CURSOS SEMESTRE 3	Hrs/Curs	CURSOS SEMESTRE 3	Hrs/Curs
ECUACIONES DIFERENCIALES	81,05	CÁLCULO III	90	GRÁFICA	54
CÁLCULO EN VARIABLE COMPLEJA	81,05	ECUACIONES DIFERENC ORDIN	90	CIRCUITOS LINEALES I	54
MECÁNICA PARA INGENIERÍA	60,79	PROGRAMACIÓN	72	CÁLCULO III	72
CIRCUITOS ELÉCTRICOS I	60,79	MECÁNICA APLICADA	72	FÍSICA GENERAL II	72
INGLÉS III	0,00	HUMANÍSTICA	36	ECUACIONES DIFERENCIALES	72
PROBABILIDAD Y ESTADÍSTICA FUN	60,79				
HORAS OBLIGATORIAS	344,48	HORAS OBLIGATORIAS	360	HORAS OBLIGATORIAS	324
CURSOS SEMESTRE 4	Hrs/Curs	CURSOS SEMESTRE 4	Hrs/Curs	CURSOS SEMESTRE 4	Hrs/Curs
SEÑALES Y SISTEMAS I	60,79	TOPICOS DE FÍSICA GENERAL	72	MECÁNICA I	54
FUNDAMENTOS DE ELECTRICIDAD	81,05	REDES ELÉCTRICAS I	90	CIRCUITOS LINEALES II	54
FUND MEC DE FLUIDOS Y TERMO	60,79	VARIABLE COMPLEJA Y CÁLCULO	72	PROBABILIDAD Y ESTADÍSTICA I	54
ELECTRÓNICA ANALÓGICA I	81,05	CÁLCULO VECTORIAL	36	FÍSICA GENERAL III	72
INGLÉS IV	0,00	REDACCION DE INFORMES	54	TERMOFLUIDOS	54
PROG ORIENTADA A OBJETOS	60,79	HUMANÍSTICA II	36	ELECTRÓNICA I	54
HORAS OBLIGATORIAS	283,69	HORAS OBLIGATORIAS	360	HORAS OBLIGATORIAS	342
CURSOS SEMESTRE 5	Hrs/Curs	CURSOS SEMESTRE 5	Hrs/Curs	CURSOS SEMESTRE 5	Hrs/Curs
VARIABLE COMPLEJA	81,05	CÁLCULO NUMÉRICO	72	MECÁNICA II	54
CIRCUITOS ELÉCTRICOS II	81,05	REDES ELÉCTRICAS II	72	MATEMÁTICA SUPERIOR	54
CAMPOS ELECTROMAGNETICOS	81,05	ELECTRÓNICA I	126	CIRCUITOS DIGITALES I	54
FUND DE OSCILAC, ONDA Y OPTIC	81,05	ANÁLISIS DE SISTEMAS LINEALES	72	CIENCIA DE LOS MATERIALES	54
		PROBABILIDADES	54	TEORÍA DEL CAMPO I	54
		LAB ING ELÉCTRICA I	36	LABORATORIO ELÉCTRICO I	54
HORAS OBLIGATORIAS	324,22	HORAS OBLIGATORIAS	432	HORAS OBLIGATORIAS	324

Continuación de la tabla XI.

COLOMBIA - UNC		VENEZUELA . UCV		COSTA RICA - UCR	
CURSOS SEMESTRE 6	Hrs/Curs	CURSOS SEMESTRE 6	Hrs/Curs	CURSOS SEMESTRE 6	Hrs/Curs
TRANSMISIÓN Y DISTRIBUCIÓN	60,79	LÓGICA DIGITAL	54	TEORÍA ECONÓMICA	54
SEÑALES Y SISTEMAS II	60,79	TEORÍA ELECTROMAGNÉTICA	72	ELECTRÓNICA II	54
CONVER ELECTROMAGNÉTICA	60,79	REDES ELÉCTRICAS III	72	ANÁLISIS DE SISTEMAS I	54
ELECTRÓNICA DIGITAL	81,05	ELECTRÓNICA II	90	MÁQUINAS ELÉCTRICAS I	72
INVESTIGACIÓN DE OPERACIONES	101,32	SISTEMAS DE TELECOMUNIC I	54	SEMINARIO REALIDAD NACIONA I	36
		LAB ING ELÉCTRICA II	18	RESP EN EJERCICIO PROFESION	18
HORAS OBLIGATORIAS	364,74	HORAS OBLIGATORIAS	360	HORAS OBLIGATORIAS	288
CURSOS SEMESTRE 7	Hrs/Curs	CURSOS SEMESTRE 7	Hrs/Curs	CURSOS SEMESTRE 7	Hrs/Curs
INGENIERÍA ECONÓMICA	60,79	SISTEMAS DE CONTROL I	90	SISTEMAS DE CONTROL	54
CONTROL	81,05	SISTEMAS DE POTENCIA I	54	MÁQUINAS ELÉCTRICAS II	72
INSTALACIONES ELÉCTRICAS	60,79	COMUNICACIONES I	90	TRANSMISIÓN DE POTENCIA	54
TALLER DE INGENIERÍA	60,79	CONVERSION DE ENERGÍA	54	LABORATORIO ELÉCTRICO II	54
INTRO A SIST DE ENERGÍA ELECT	60,79	SISTEMAS DIGITALES I	72	CONSERVDE ENERG ELECTRIC	54
GERENCIA DE RECURSOS HUMAN	60,79				
HORAS OBLIGATORIAS	324,22	HORAS OBLIGATORIAS	360	HORAS OBLIGATORIAS	288
CURSOS SEMESTRE 8	Hrs/Curs	CURSOS SEMESTRE 8	Hrs/Curs	CURSOS SEMESTRE 8	Hrs/Curs
ELECTRÓNICA DE POTENCIA	60,79	EJERCICIO PROF Y GERENCIA	72	INGENIERÍA ECONÓMICA	54
ENERGÍAS RENOVABLES	40,52	MÁQUINAS ELÉCTRICAS I	108	PROYECTO ELÉCTRICO	54
ANÁLISIS DE SIST DE POTENCIA	60,79	SISTEMAS DE POTENCIA II	72	DISEÑO ELECTRIC INDUSTRIAL I	54
SIGLO XX, ARTE, MUSICA E IDEA	60,79	PLANTAS Y SUBESTACIONES	72	SEMINARIO REALIDAD NACIONA II	36
ENERGÍA Y AMBIENTE	60,79	SIST DE TRANSM Y DISTRIBUC	72	TEORÍA DEL CAMPO II	54
ÉTICA PROFESIONAL	60,79			CIRCUITOS DIGITALES II	54
HORAS OBLIGATORIAS	162,11	HORAS OBLIGATORIAS	396	HORAS OBLIGATORIAS	306
CURSOS SEMESTRE 9	Hrs/Curs	CURSOS SEMESTRE 9	Hrs/Curs	CURSOS SEMESTRE 9	Hrs/Curs
MODELADO DE INST ELCTRICAS	60,79	SOBRETENSIONES TRANSITOR	72	SISTEMAS EN TIEMPO DISCRETO	72
SUBESTACIONES	60,79	MÁQUINAS ELÉCTRICAS II	144	ELECTRÓNICA INDUSTRIAL	72
TALLER DE PROY INTERDISCIPLIN	60,79	TRABAJO DE GRADO I	54	ADMÓN DE SISTEMAS	72
COMPUTACIÓN GRÁFICA	60,79	SISTEMA DE PROTECCIÓN I	72	ANTEPROYECTO DE TESIS	54
CALIDAD DE LA ENERGÍA	60,79			SISTEMAS DE POTENCIA I	54
HORAS OBLIGATORIAS	243,16	HORAS OBLIGATORIAS	342	HORAS OBLIGATORIAS	324
CURSOS SEMESTRE 10	Hrs/Curs	CURSOS SEMESTRE 10	Hrs/Curs	CURSOS SEMESTRE 10	Hrs/Curs
TRABAJO DE GRADO	121,58	SISTEMA DE POTENCIA III	72	SEGURIDAD OCUPACIONAL	54
PROTECCIÓN DE SIST DE POTEN	60,79	TRABAJO DE GRADO II	162	REDES DE DISTRIB Y TRANSM	54
AISLAMIENTO ELÉCTRICO	60,79	INGENIERÍA ECONÓMICA	72	SUBESTACIONES	54
GERENCIA Y GESTIÓN DE PROYEC	60,79	GESTIÓN DE PROYECTOS	72	PROTECCIÓN SISTEMA DE POT	54
HORAS OBLIGATORIAS	121,58	HORAS OBLIGATORIAS	378	HORAS OBLIGATORIAS	216
TOTAL HORAS OBLIGATORIAS	2755,84	TOTAL HORAS OBLIGATORIAS	3708	TOTAL HORAS OBLIGATORIAS	3060
HORAS OBTENCIÓN TÍTULO	3384	HORAS OBTENCIÓN TÍTULO	3672	HORAS OBTENCIÓN TÍTULO	3060
EQUIVALENCIA EN CRÉDITOS	167	EQUIVALENCIA EN CRÉDITOS	204	EQUIVALENCIA EN CRÉDITOS	170
HORAS EST / CRÉDITO (APROX)	20,26	HORAS EST / CRÉDITO (APROX)	18	HORAS EST / CRÉDITO (APROX)	18

Continuación de la tabla XI.

BOLIVIA		ECUADOR	
UMSS		ESPOL	
INGENIERÍA ELÉCTRICA		INGENIERÍA ELÉCTRICA	
CURSOS SEMESTRE 1	Hrs/Curs	CURSOS SEMESTRE 1	Hrs/Curs
FÍSICA BÁSICA I		QUÍMICA GENERAL	80
ÁLGEBRA I		TEC EXP ORAL ESCRITA E INVES	64
PROBABILIDAD Y ESTADÍSTICA		CÁLCULO DIFERENCIAL	80
CÁLCULO I		FÍSICA A	96
INTRO A PROGRAMACIÓN		HERRAMIENTAS DE COLAB DIGIT	64
		INGLÉS BÁSICO	96
HORAS OBLIGATORIAS	0	HORAS OBLIGATORIAS	480
CURSOS SEMESTRE 2	Hrs. Est	CURSOS SEMESTRE 2	Hrs. Est
FÍSICA BÁSICA III		FUNDAMENTOS DE COMPUTAC	64
ÁLGEBRA II		ÁLGEBRA LINEAL	64
CÁLCULO NUMÉRICO		CÁLCULO INTEGRAL	80
CÁLCULO II		FÍSICA B	96
CIRCUITOS ELÉCTRICOS I		BIOLOGIA	48
		INGLÉS BÁSICO B	96
HORAS OBLIGATORIAS	0	HORAS OBLIGATORIAS	448
CURSOS SEMESTRE 3	Hrs/Curs	CURSOS SEMESTRE 3	Hrs/Curs
FÍSICA BÁSICA III		ANÁLISIS NUMÉRICO	64
VARIABLE COMPLEJA		ECUACIONES DIFERENCIALES	80
ECUACIONES DIFERENCIALES		CÁLCULO DE VARIAS VARIABLES	80
ELECTROMAGNETISMO		FÍSICA C	96
CIRCUITOS ELÉCTRICOS II		INGLÉS INTERMEDIO A	96
HORAS OBLIGATORIAS	0	HORAS OBLIGATORIAS	416
CURSOS SEMESTRE 4	Hrs/Curs	CURSOS SEMESTRE 4	Hrs/Curs
TRANSFORMADAS INTEGRALES		ECOLOGÍA Y EDUC AMBIENTAL	64
CIRCUITOS ELÉCTRICOS III		ESTADÍSTICA	64
ELECTRÓNICA ANLÓGICA I		ANÁLISIS DE REDES ELECT I	128
RESISTENCIA DE MATERIALES		TEORÍA ELECTROMAGNÉTICA	72
HIDRAULICA APLICADA		INGLÉS INTERMEDIO B	96
HORAS OBLIGATORIAS	0	HORAS OBLIGATORIAS	424
CURSOS SEMESTRE 5	Hrs/Curs	CURSOS SEMESTRE 5	Hrs/Curs
ELECTRÓNICA ANLÓGICA II		EXPRESION GRÁFICA B	80
MÁQUINAS DC		ELECTRÓNICA I	128
TRANSFORMADORES		SISTEMAS DIGITALES I	64
MEDIDAS ELÉCTRICAS		MÁQUINARIA ELÉCTRICA I	80
MÁQUINAS ELÉCTRICAS		INGLÉS AVANZADO B	64
MÁQUINAS TÉRMICAS			
HORAS OBLIGATORIAS	0	HORAS OBLIGATORIAS	416

Continuación de la tabla XI.

BOLIVIA - UMSS		ECUADOR - ESPOL	
CURSOS SEMESTRE 6	Hrs/Curs	CURSOS SEMESTRE 6	Hrs/Curs
INSTALACIONES ELÉCTRICAS I		ANÁLISIS DE REDES ELECT II	80
MÁQUINAS ASINCRONAS		SISTEMAS DE POTENCIA I	80
MÁQUINAS SINCRONAS		MÁQUINARIA ELÉCTRICA II	128
ELECTRÓNICA DIGITAL I		INGLÉS AVANZADO B	64
PREP Y EVAL DE PROYECTOS			
HORAS OBLIGATORIAS	0	HORAS OBLIGATORIAS	352
CURSOS SEMESTRE 7	Hrs/Curs	CURSOS SEMESTRE 7	Hrs/Curs
ELECTRÓNICA DE POTENCIA		MICROECONOMÍA	64
CENTRALES HIDRAULICAS		CONTROL AUTOMATICO	80
REDES DE DISTRIBUCIÓN		DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA	64
INSTALACIONES ELÉCTRICAS II		SISTEMAS DE POTENCIA II	112
CENTRALES TÉRMICAS		CONTROLES INDUST ELECTRIC	112
		ILUMIN E INST ELÉCTRICAS	64
HORAS OBLIGATORIAS	0	HORAS OBLIGATORIAS	496
CURSOS SEMESTRE 8	Hrs/Curs	CURSOS SEMESTRE 8	Hrs/Curs
SISTEMAS DE CONTROL		EMPREND E INNOV TECNOLOG	64
SISTEMAS DE POTENCIA I		CENTRALES ELÉCTRICAS	64
LINEAS ELÉCTRICAS I		OPERACIÓN DE SIST DE POTEN	64
SUBESTACIONES		PROTECCIONES ELÉCTRICAS	64
MANTENIMIENTO ELÉCTRICO		MICROPROCESADORES	96
TELECOMUNICACIONES		MICROCONTROLADORES	72
HORAS OBLIGATORIAS	0	HORAS OBLIGATORIAS	424
CURSOS SEMESTRE 9	Hrs/Curs	CURSOS SEMESTRE 9	Hrs/Curs
SISTEMAS DE POTENCIA II		INGENIERÍA ECONÓMICA	64
TÉCNICAS DE ALTA TENSIÓN		DISTRIBUCIOON ELÉCTRICA II	64
PROYECTO TERMINAL I		PLANIFIC DE SIST ELÉCTRICOS	64
CONTROL Y AUTOMAT INDUSTR		DISEÑO DE SIST ELEC EN COMP	72
LINEAS ELÉCTRICAS II		LINEAS DE TRANSM Y SUBEST	64
TELEFONIA BÁSICA		ELECTRÓNICA III	64
INST. ELECT. INDUSTRIALES			
ELEMENT MAQ Y TEC MECÁNICA			
HORAS OBLIGATORIAS	0	HORAS OBLIGATORIAS	392
CURSOS SEMESTRE 10	Hrs/Curs	CURSOS SEMESTRE 10	Hrs/Curs
PROTECCIÓN DE SIST ELECTRIC		PASANTÍA	640
PROYECTO TERMINAL II		PROYECTO O TESIS	400
ADMÓN DE PROYECTOS		MÁQUINARIA ELÉCTRICA III	64
SISTEMAS DE POTENCIA III		INTRO A ENERG RENOVABLES	64
SIMULACIÓN DE SIST DE POT		SISTEMAS DE POTENCIA III	64
ELECTRÓNICA DE POTENCIA II			
INST ELECT INDUSTRIAL II			
ACCIONAM Y SUMUL ELECTROTE			
HORAS OBLIGATORIAS	0	HORAS OBLIGATORIAS	1232
TOTAL HORAS OBLIGATORIAS	INFO	TOTAL HORAS OBLIGATORIAS	5080
HORAS OBTENCIÓN TÍTULO	NO	HORAS OBTENCIÓN TÍTULO	5072
EQUIVALENCIA EN CRÉDITOS	DISP	EQUIVALENCIA EN CRÉDITOS	317
HORAS EST / CRÉDITO (APROX)		HORAS EST / CRÉDITO (APROX)	16

Fuente: elaboración propia.

Presentados los planes de estudio de todas las universidades, ahora se presentarán, únicamente, las mallas curriculares de las universidades con las que se hará la comparación de contenidos programáticos para poder apreciar como éstas distribuyen y relacionan sus cursos y así poder compararlas con la actual malla curricular de la carrera de la Universidad de San Carlos de Guatemala. En las figuras 5, 6, 7, 8 y 9 se presentan las mallas curriculares de las universidades seleccionadas para análisis de contenidos programáticos, cada una muestra la relación entre los cursos y la secuencia entre éstos. Los cursos obligatorios se muestran en recuadros y los cursos optativos en elipses.

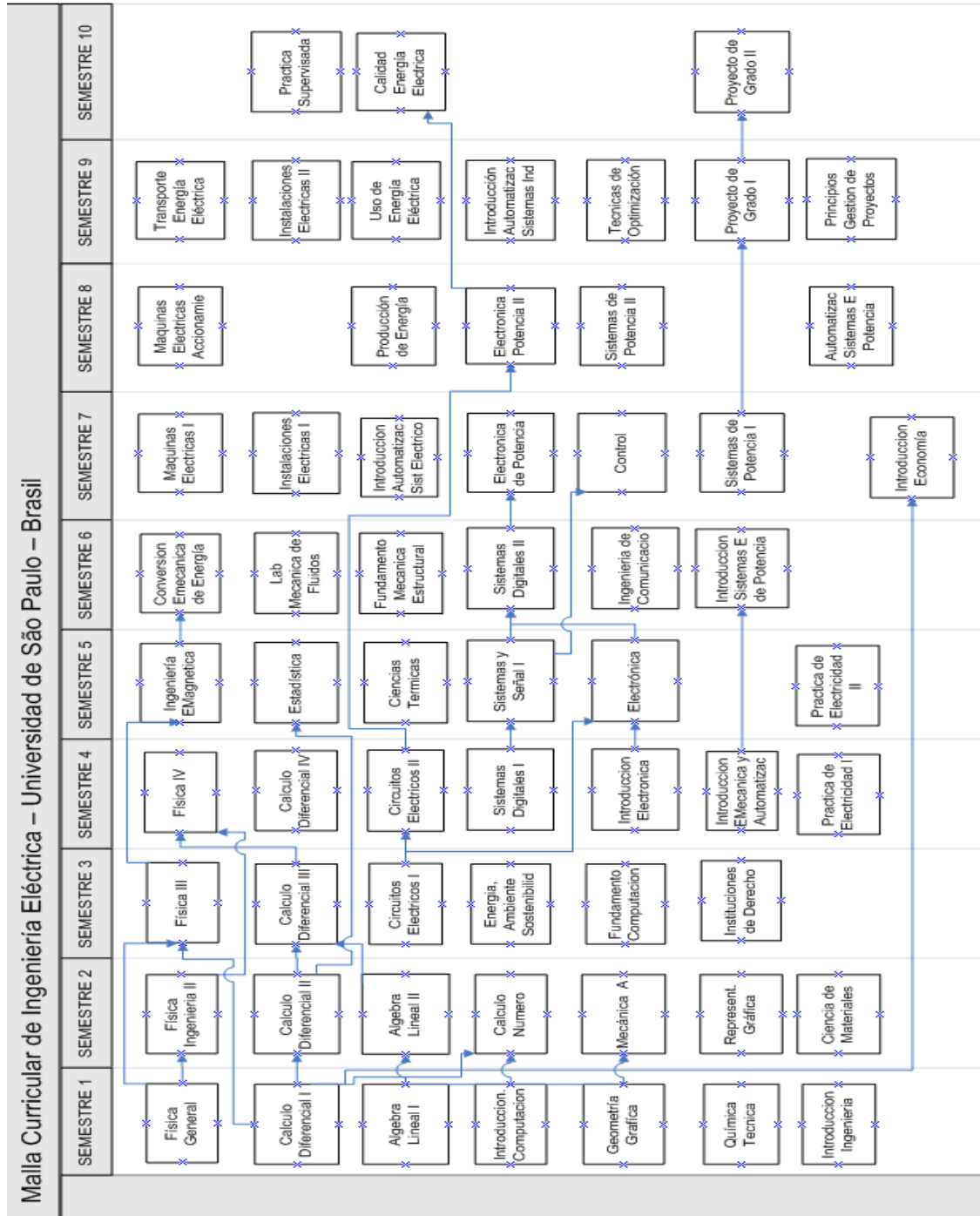
La figura 5 indica que todos los cursos de la carrera en la Universidad de São Paulo son de carácter obligatorio y no existen cursos opcionales o de libre elección. Según se observa en la figura 6, en la carrera de la Universidad Nacional Autónoma de México la mayoría de los cursos no tienen un curso prerequisite que aprobar previamente para poder continuar con el siguiente.

La figura 7 indica que la carrera en la Universidad del País Vasco tiene una duración de 4 años y también se aprecia que no hay una relación de secuencia entre los cursos debido a que el sitio de *Internet* de esta universidad indica que no hay prerequisites que aprobar para ningún curso. Además, se ve que algunos de los cursos iniciales tienen una duración anual.

En la figura 8 se aprecia que la carrera de la Universidad Nacional La Plata está bastante ordenada y es fácil ver las relaciones entre los cursos.

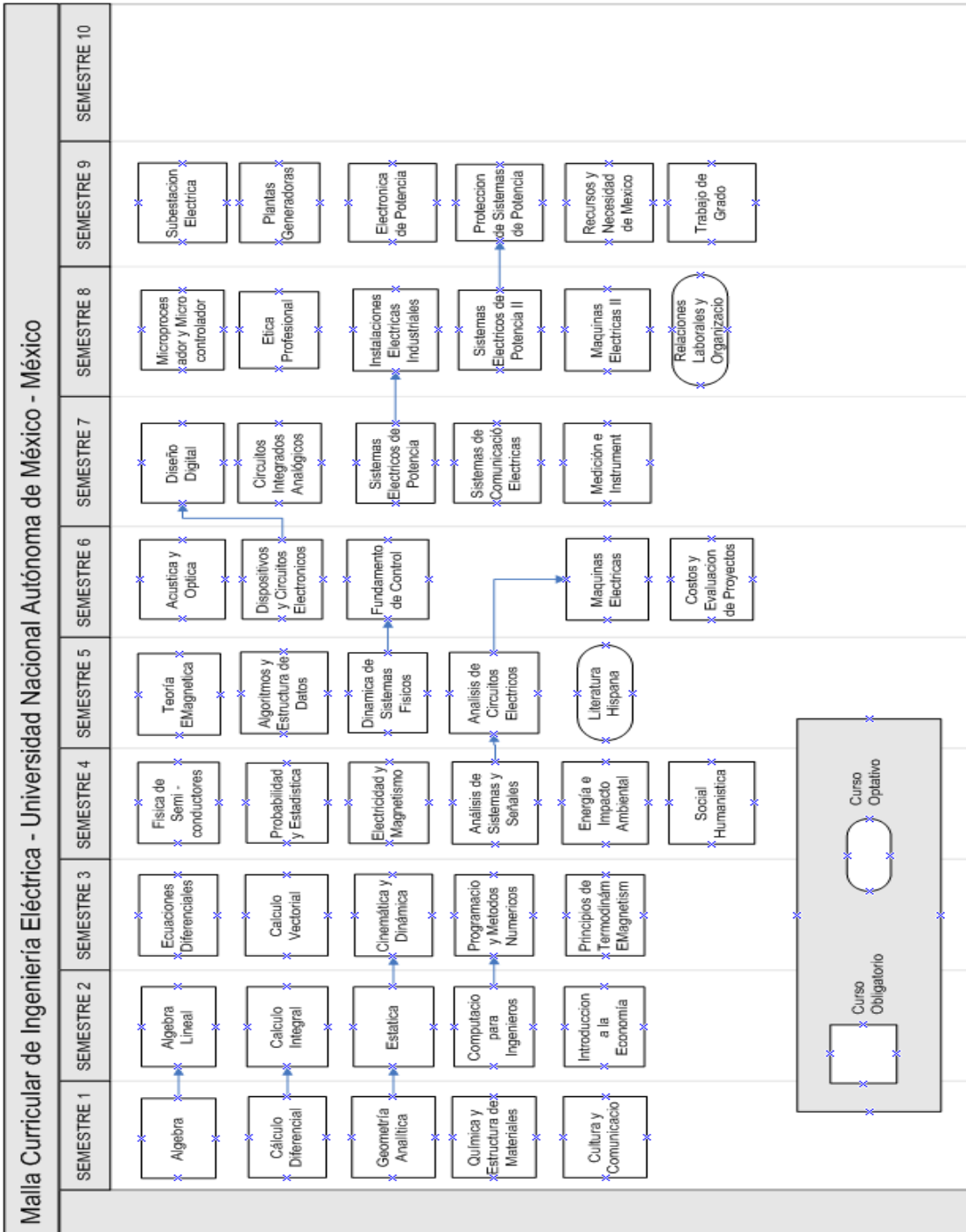
La malla de la Universidad de la República, en la figura 9, no indica todas las relaciones que existen entre los cursos debido a que el sitio de *Internet* y la mayoría de los programas de curso de esta carrera, no indican expresamente los cursos prerequisites que deben completarse antes de poder llevar un curso.

Figura 5. Malla curricular de la carrera de la USP



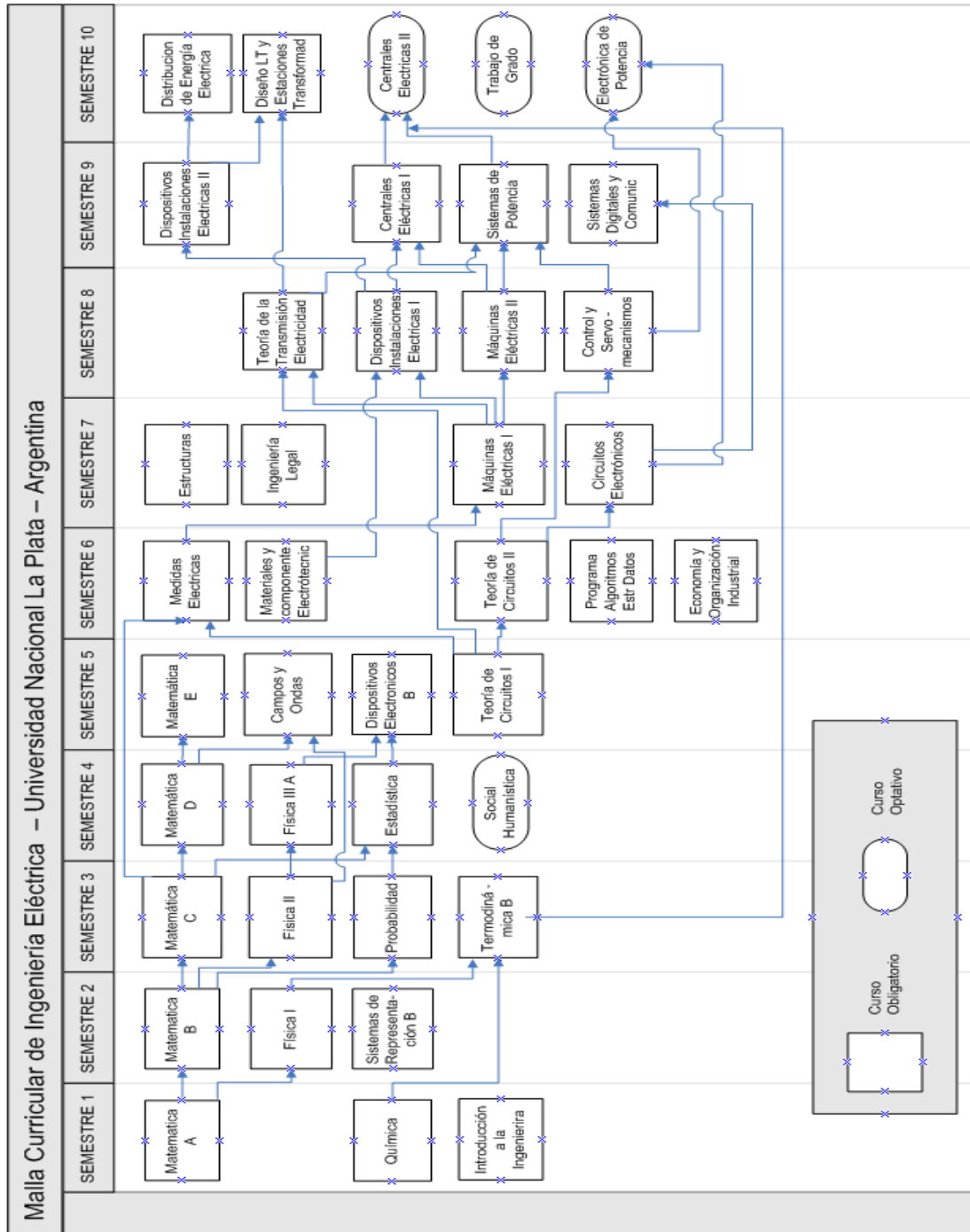
Fuente: elaboración propia.

Figura 6. Malla curricular de la carrera de la UNAM



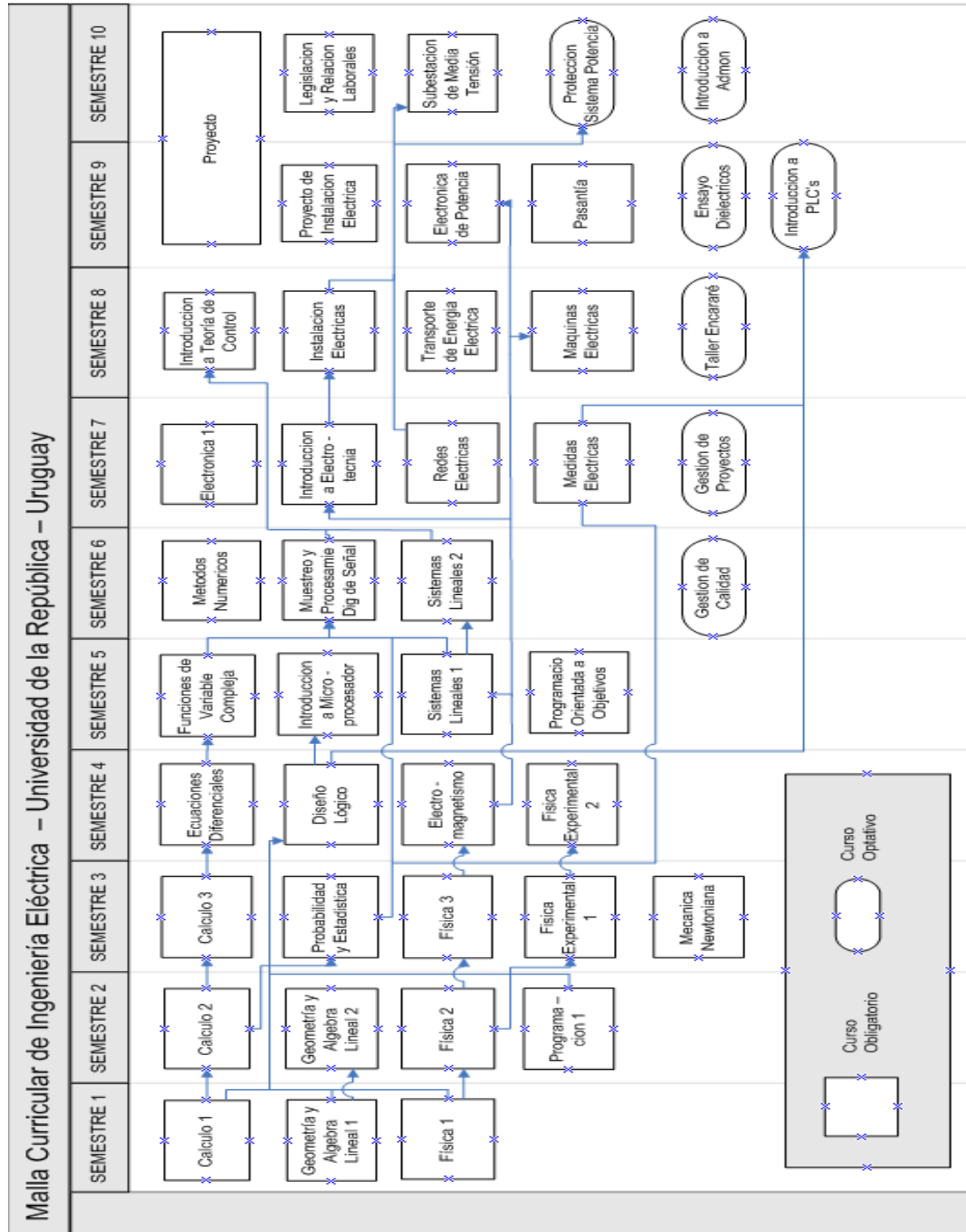
Fuente: elaboración propia.

Figura 8. Malla curricular de la carrera de la UNLP



Fuente: elaboración propia.

Figura 9. Malla curricular de la carrera de la UR



Fuente: elaboración propia.

3.2. Metodología de comparación

Antes de explicar la metodología de comparación, se hace ver que para la realización de esta comparación se tomó en cuenta que es difícil que las demás universidades orienten sus carreras de Ingeniería Eléctrica de la misma forma que se hace en la Universidad de San Carlos de Guatemala, pues la realidad de cada país es diferente y debido a ello el enfoque de cada una fue pensada para dar respuesta a las necesidades que presenta el sector eléctrico e industrial de cada nación.

El primer paso para la comparación fue la lectura de cada uno de los programas de las universidades cuyas mallas curriculares acaban de ser presentadas, para determinar la existencia de un equivalente para cada uno de los cursos que se imparten en la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Luego de haber apareado los cursos con sus similares en la Universidad de San Carlos de Guatemala, se procedió a revisar y evaluar a detalle los programas de las demás universidades con la colaboración de los ingenieros que imparten los cursos, con el fin de aprovechar su experiencia y conocimiento de los temas para discriminar toda aquella información relevante para esta investigación y también para conocer su opinión referente a diferentes aspectos del curso.

Dos aspectos se identificaron dentro de los diferentes programas, el primero de éstos fueron aquellos contenidos que se ven en el curso equivalente o en alguna otra parte de la carrera y el segundo fueron aquellos contenidos que no son vistos ni en el curso equivalente, ni en el resto de la carrera.

3.3. Comparación de los contenidos de los cursos de la EIME con las universidades iberoamericanas seleccionadas

A continuación se presenta la comparación de los contenidos programáticos de las universidades seleccionadas anteriormente, con los contenidos de los cursos obligatorios del área profesional de la carrera de Ingeniería Eléctrica de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

La comparación se presenta por medio de una tabla para cada curso obligatorio de la EIME, la cual contiene una pequeña ficha técnica con los datos de cada uno de los cursos equivalentes o similares en las demás universidades, con el fin de apreciar y comparar diferentes detalles de los cursos. Dentro de estos detalles están el nombre y código del curso, el prerrequisito, el post requisito, el semestre en que es impartido, los créditos y las horas semestrales de cátedra que incluye las horas de clase y las horas de prácticas de laboratorio.

Debajo de la ficha técnica de cada curso se muestra el contenido programático de éstos, pero únicamente aquellos contenidos que no son abarcados en el curso equivalente o ni en ninguna otra parte de la carrera de la Universidad de San Carlos de Guatemala y deberá entenderse que si algún contenido no se muestra es porque también es abarcado en el curso equivalente, a no ser que se mencione lo contrario. Esto se hace con el objeto de no redundar, pues hay contenidos que son comunes por todas las universidades y debido a que los contenidos de los cursos ya fueron presentados en el capítulo 2 de esta investigación y la idea es mostrar aquello que será esencialmente importante para la EIME. En algunos casos, debajo de estos datos, se mostrará alguna observación relevante hecha por uno de los ingenieros que fueron consultados.

Antes de presentar las comparaciones, primero se muestra en las tablas XII, XIII y XIV los cursos obligatorios de las áreas de Ciencias Básicas, Electrotecnia y Potencia, respectivamente, con su correspondiente similar en las universidades seleccionadas para el análisis de contenidos programáticos.

Tabla XII. **Cursos equivalentes del Área de Ciencias Básicas y Complementarias**

Código y Nombre del Curso		
Guatemala	769	991
USAC	Introducción a la Programación	Lenguajes de Programación Aplicados a IE
Brasil	MAC2166	
USP	Introducción a la Computación	NEE
México	1312	
UNAM	Programación Avanzada y Métodos Numéricos	NEE
España		
UPV	NEE	NEE
Argentina		
UNLP	NEE	NEE
Uruguay	---	
UR	Información no disponible	

*NEE = No Existe Equivalente

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIII. Cursos equivalentes del Área de Electrotecnia

Código y Nombre del Curso									
Guatemala	210	204	206	462	230	232	246	208	
USAC	Teoría Electromagnética 1	Circuitos Eléctricos 1	Circuitos Eléctricos 2	Electricidad y Electrónica Básica	Instrumentación Eléctrica	Electrónica 1	Electrónica 3	Instalaciones Eléctricas	
Brasil	PEA2303	PSI2211	PSI2212			PSI2223	PCS2215 PCS2304	PEA2402	
USP	Ingeniería Electromagnética	Circuitos Eléctricos I	Circuitos Eléctricos II	NEE	NEE	Introducción a la Electrónica	Sistemas Digitales I y Sistemas Digitales II	Instalaciones Eléctricas I	
México	1314 y 0071	1546			O558	1421 y 1654	1748		
UNAM	Termodinámica y Electromagnetismo Electricidad y Magnetismo	Análisis de Circuitos Eléctricos	NEE	NEE	Medición e Instrumentación	Física de Semiconductores y Circuitos Electrónicos	Diseño Digital	NEE	
España	25974	25980					25981	26102	
UPV	Fundamentos Físicos de la Ingeniería	Fundamentos Tecnología Eléctrica	NEE	NEE	NEE	Electrónica Industrial		Instalaciones de Baja y Media Tensión	
Argentina	E 202	E 204	E 206	E 207	E 208	E 231	E 241	E 240	
UNLP	Campos y Ondas	Teoría de Circuitos I	Teoría de Circuitos II	Materiales y Componentes Electrotécnicos	Medidas Eléctricas	Dispositivos Electrónicos b	Sistemas Digitales y Comunicaciones	Dispositivos e Instalaciones Eléctricas II	
Uruguay	---	---	---	---	---	---	---	---	
UR	Electromagnetismo	Sistemas Lineales 2	Sistemas Lineales 1	NEE	Medidas Eléctricas	NEE	NEE	Instalaciones Eléctricas	

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIV. Cursos equivalentes del Área de Potencia y Control

Código y Nombre del Curso									
Guatemala	212	214	213	218	220	222	216		
USAC	Conversión de Energía Electro-mecánica 1	Máquinas Eléctricas	Conversión de Energía Electro-mecánica 2	Líneas de Transmisión	Análisis de Sistemas de Potencia 1	Protección de Sistemas de Potencia	Subestaciones		
Brasil	PEA2211, PEA2306	PEA2400			PEA2301, PEA2410 PEA2417		PEA2403		
USP	Introducción a Electromecánica y Automatización, Conversión de Energía Electromecánica	Máquinas Eléctricas I	NEE	NEE	Introducción a Sistemas de Potencia y Sistemas de Potencia II	NEE	Instalaciones Eléctricas II		
México	1656	1889			1749 y 1064	1892	1894		
UNAM	Máquinas Eléctricas I	Máquinas Eléctricas II		NEE	Sist. Eléctricos de Potencia I y Sist. Eléctricos de Potencia II	Protección de Sistemas Eléctricos	Subestaciones Eléctricas		
España	26104				26101		26105		
UPV	Máquinas Eléctricas		NEE		Líneas Eléctricas y Sistemas Eléctricos de Potencia	NEE	Instalaciones de Alta Tensión		
Argentina		E 234	E 233		E 235 y E 239	E 236 y E 242			
UNLP	NEE	Máquinas Eléctricas II	Máquinas Eléctricas I		Teoría de la Transmisión de la Energía Eléctrica, Sistemas de Potencia	Dispositivos e Instalaciones Eléctricas 1 Diseño de Líneas de Transmisión y de Estaciones Transformadoras			
Uruguay	---		---		---	---	---		
UR	Introducción a Electrotecnia Máquinas Eléctricas		NEE	Redes Eléctricas y Transporte de Energía Eléctrica		Protección de Sistemas Eléctricos de	Subestaciones de Media Tensión		

*NEE = No Existe Equivalente

Continuación de la tabla XIV.

Código y Nombre del Curso					
Guatemala	219	221	224	236	238
USAC	Transmisión y Distribución	Sistemas de Generación	Alta Tension	Sistemas de Control 1	Automatización Industrial
Brasil	PEA2511	PEA2420		PEA2455	PEA2411, PEA2412 PEA2504, PEA2505
USP	Transporte de Energía Eléctrica	Producción de Energía	NEE	Control	Intro a autom de SEP Autom de SEP, Máq eléctricas y accionamientos Intro a autom de sist Industriales
México	2003	1890		1547 y 1655	
UNAM	Sistemas de Distribución	NEE	NEE	Dinámica de Sistemas Físicos. Fundamentos de Control	NEE
España		26103 y 25254			25911, 26106 y 26107
UPV	NEE	Centrales eléctricas energías renovables.	NEE	NEE	Regulación automática, Control de máq y accionamientos
Argentina	E 243	E 238 y E 244		E 237	
UNLP	Distribución de Energía Eléctrica	Centrales Eléctricas I y II	NEE	Control y Servomecanismos B	NEE
Uruguay	---	---	---	---	---
UR	NEE	NEE	Ensayos Dieléctricos	Introducción al Control	Introducción a los PLC's

*NEE = No Existe Equivalente

Fuente: elaboración propia.

3.3.1. Comparación del Área de Ciencias Básicas y Complementarias

A continuación se compararán los programas de los cursos de programación de la carrera de la Universidad de San Carlos de Guatemala con sus equivalentes en las universidades seleccionadas.

Tabla XV. **Comparación de Introducción a la Programación de Computadoras 1**

Brasil - USP	MAC2166 - Introducción a la computación.		
Prerrequisito y pos requisito: ninguno.			
Programa:	Semestre: 1	Créditos: 4	Horas por semestre: 60
Los contenidos son abarcados en la USAC.			
México - UNAM	1312 – Programación avanzada y métodos numéricos.		
Prerrequisito: Computación para Ingenieros.		Pos requisito: ninguno.	
Programa:	Semestre: 3	Créditos: 8	Horas por semestre: 80
3. Fundamentos de la programación orientada a objetos: diseño de programación orientada a objetos. Notación UML.			
España - UPV	No existe equivalente.		
El pensum de la UPV no contiene un curso introductorio a la programación.			
Argentina - UNLP	No existe equivalente.		
El pensum de la UNLP no contiene un curso introductorio a la programación.			
Uruguay - UR	Programación 1 y Programación Orientada a Objetivos.		
Información no disponible en el sitio de la UR.			

Fuente: elaboración propia.

- Comparación de Lenguajes de Programación Aplicados a la Ingeniería Eléctrica. (código 991)

Al buscar en las demás universidades un curso equivalente a éste, se determinó que no existe y tampoco se encontró uno que por lo menos contemple algunos temas tratados por éste.

A diferencia de la Universidad de San Carlos de Guatemala, las demás universidades se enfocan únicamente al lenguaje de programación C++ y a conocimientos básicos sobre las partes de un computador, sistemas operativos e historia de la informática.

En opinión del coordinador del área de programación de la EIME, este curso es muy importante para la formación de los estudiantes de Ingeniería Eléctrica y el hecho de que las demás universidades no impartan un curso similar constituye una diferenciación y por tanto una ventaja sobre las demás carreras, pues da diversidad de herramientas a los estudiantes en el área de informática y computación, lo cual les será útil en el campo de trabajo.

3.3.1.1. Resultados de la comparación

Luego de analizados los contenidos programáticos de los cursos de programación en las demás universidades, en opinión del coordinador del área de programación, el curso de Introducción a la Programación que se imparte en la Universidad de San Carlos de Guatemala está bastante bien respecto a los contenidos vistos en las demás universidades porque el curso cumple con el objetivo de dar al estudiante la base y los principios de programación necesarios para cursos más avanzados de la carrera.

Si bien las demás universidades cuentan con cursos que tratan de la historia de la informática y la computación, el uso de *internet*, Office y el conocimiento de las partes del computador estos conocimientos son muy básicos y sin la relevancia suficiente como para integrarlos al pensum de la carrera de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Actualmente para el ingreso a la facultad de Ingeniería ya se exige el conocimiento de algunos de éstos mediante un examen de conocimientos mínimos de computación con el fin que los estudiantes entren mejor preparados.

Dentro los planes de estudio de las otras universidades, también hay otros cursos de programación más específicos y avanzados que incluyen conocimientos de bases de programación como lo son la matemática discreta y la estructuración de algoritmos, los cuales son conocimientos más enfocados para la carrera de Ingeniería en Sistemas. Entonces, añadir estos contenidos no tiene mayor relevancia para la carrera de Ingeniería Eléctrica debido a que el manejo de lenguajes de programación es una herramienta de apoyo y no el fin primordial del ingeniero electricista.

Si bien no se vio a detalle ningún otro curso perteneciente al Área de Ciencias Básicas y Complementarias como los de matemática, física o química se pudo determinar que la Universidad de San Carlos de Guatemala cuenta con una formación más extensa que la mayoría de las universidades en esta área, pues más de la mitad de los cursos de la carrera se dedican a estos conocimientos que son necesarios para la formación personal del individuo y para su manejo dentro de una organización donde se desarrollará como profesional.

3.3.2. Comparación del Área de Potencia y Control

En las siguientes tablas se compararán los programas de los cursos del Área de Potencia y Control de la Universidad de San Carlos de Guatemala con sus respectivos equivalentes en las demás universidades seleccionadas.

Tabla XVI. **Comparación de Líneas de Transmisión**

Brasil - USP	No existe equivalente.		
El pensum de la USP no contiene un curso equivalente al de Líneas de Transmisión.			
México - UNAM	No existe equivalente.		
El pensum de la UNAM no contiene un equivalente al de Líneas de Transmisión.			
España - UPV	26101 - Líneas Eléctricas y Sistemas Eléctricos de Potencia.		
Prerrequisito: ninguno.			
Pos requisito: ninguno.			
Programa:	Semestre: 6	Créditos: 9	Horas por semestre: 90
Todos los contenidos son vistos en la USAC.			
Argentina - UNLP	E 235 - Teoría de la Transmisión de la Energía Eléctrica.		
Prerrequisito: Teoría de Circuitos I y Máquinas Eléctricas I.			
Pos requisito: Sistemas de Potencia, Diseño de Líneas de Transmisión y Estaciones Transformadoras.			
Programa:	Semestre: 8	Créditos: ---	Horas por semestre: 96
<p>1. Transmisión de electricidad como integrante de los sistemas para la prestación de servicio público de electricidad: redes subterráneas y radio interferencia.</p> <p>4. Cálculo práctico de las líneas simétricas en funcionamiento normal: cuadripolos representativos y formulación matricial.</p> <p>7. Nociones sobre la transmisión de la energía con corriente continua: limitaciones de los grandes transportes de electricidad. Estructura de los transportes por corriente continua. Líneas aéreas simples y múltiples, cables subterráneos, interconexiones. Comparación entre la transmisión alterna y continua: aspectos técnicos y económicos. Estaciones rectificadoras, onduladoras y adosadas. Componentes de líneas y estaciones. Principio de control y operación. Regulación de intercambio de energía. Análisis comparado de las posibilidades de transporte y regulación de energía activa.</p>			
Observaciones: el apartado 7 trata de tópicos que no se ajustan aún a la realidad del sistema eléctrico nacional de Guatemala, por lo que esos contenidos no tienen mayor relevancia por el momento.			
Uruguay - UR	No existe equivalente.		
El pensum de la UNAM no contiene un equivalente al de Líneas de Transmisión.			

Fuente: elaboración propia.

Tabla XVII. Comparación de Conversión de Energía Electromecánica 1

Brasil - USP	PEA2211 - Introducción a Electromecánica y Automatización.		
Prerrequisito: ninguno.			
Pos requisito: ninguno.			
Programa:	Semestre: 4	Créditos: 4	Horas por semestre: 60
Todos los contenidos son abarcados en la USAC.			
Brasil - USP	PEA2306 - Conversión electromecánica de energía.		
Prerrequisito: Teoría Electromagnética.			
Pos requisito: ninguno.			
Programa:	Semestre: 6	Créditos: 4	Horas por semestre: 60
Todos los contenidos son vistos en la USAC.			
México - UNAM	1656 - Máquinas Eléctricas I.		
Prerrequisito: Análisis de Circuitos Eléctricos.			
Pos requisito: Sistemas Eléctricos de Potencia I.			
Programa:	Semestre: 6	Créditos: 11	Horas por semestre: 104
Todos los contenidos son abarcados en la USAC.			
Observaciones: en este programa existe una carencia de ciertos conocimientos iniciales básicos para el posterior y más avanzado estudio de las máquinas eléctricas.			
España - UPV	26104 - Máquinas Eléctricas.		
Prerrequisito: ninguno.			
Pos requisito: ninguno.			
Programa:	Semestre: 5	Créditos: 9	Horas por semestre: 90
Los contenidos relacionados a conversión de energía son abarcados en la USAC.			
Observaciones: este curso contiene tópicos pertenecientes a Conversión de Energía Electromecánica 1 y Máquinas Eléctricas de la USAC, lo que conlleva a que los contenidos no tengan el orden lógico necesario para la correcta asimilación de los conocimientos por parte de los estudiantes.			
Argentina - UNLP	No existe equivalente		
El pensum de la UNLP no contiene un curso equivalente a éste.			

Continuación de la tabla XVII.

Uruguay - UR	Introducción a Electrotecnia.		
Prerrequisito y pos requisito: información no disponible.			
Programa:	Semestre: 7	Créditos: ---	Horas por semestre: 84
<p>9. Calentamiento de las máquinas eléctricas. Calentamiento: temperatura y aislantes. Clases de aislamiento. Vida de las aislaciones. Deterioro de las aislaciones. Modelo térmico simplificado de las máquinas eléctricas. Servicio Continuo, intermitente y de anomalía. Funcionamiento en sobrecarga. Guía de Carga para transformadores inmersos en aceite. Método de medida del aumento de temperatura. Sistemas de refrigeración.</p> <p>10. Almacenamiento de energía eléctrica. Baterías primarias y secundarias. Principio de funcionamiento. Características físicas relevantes. Capacidad de una batería. Baterías de Plomo-ácido, reacción electroquímica, carga y descarga, tipos de baterías. Baterías de Níquel-Cadmio. Modelo eléctrico de una batería. Conexión en serie y paralelo de baterías.</p>			
<p>Observaciones: el tema 9 de este programa está mejor adaptado para el curso de Máquinas Eléctricas de la USAC. El tema 10 trata de conversión de energía electroquímica, que es un tópico no perteneciente al pensum del ingeniero electricista de Guatemala.</p>			

Fuente: elaboración propia.

Tabla XVIII. **Comparación de Transmisión y Distribución**

Brasil - USP	PEA2511 - Transporte de Energía Eléctrica.		
Prerrequisito: ninguno.			
Pos requisito: ninguno.			
Programa:	Semestre: 9	Créditos: 4	Horas por semestre: 60
3. Aspectos de Planificación: consideración de criterios ambientales.			
México - UNAM	2003 - Sistemas de Distribución.		
Prerrequisito: ninguno.			
Pos requisito: ninguno.			
Programa:	Semestre: 8 ó 9	Créditos: 6	Horas por semestre: 48
4. Cables subterráneos en redes de distribución. Características de cables. Tipo de conductores, aislamientos. Pantallas. Cubiertas protectoras. Esfuerzos electrostáticos en cables aislados. Tensiones inducidas en pantallas. Resistencia térmica del aislamiento. Cálculo de la capacidad de conducción de un cable. Comportamiento de un cable en pico de carga y en corto circuito. Uniones y terminales. Instalación de cables. Localización de fallas. Normatividad aplicable a los cables subterráneos.			
España - UPV	No existe equivalente.		
El pensum de la UPV no tiene un curso con contenidos semejantes a este curso.			
Argentina - UNLP	E 243 - Distribución de la Energía Eléctrica.		
Prerrequisito: Dispositivos e Instalaciones Eléctricas II.			
Pos requisito: ninguno.			
Programa:	Semestre: 10	Créditos: ---	Horas por semestre: 96
Todos los contenidos son abarcados en la USAC.			
Uruguay - UR	No existe equivalente		
El pensum de la UR no contiene un curso equivalente a éste.			

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIX. **Comparación de Sistemas de Control 1**

Brasil - USP		PEA2455 - Control.	
Prerrequisito: Sistemas y Señales I.			
Pos requisito: ninguno.			
Programa:	Semestre: 7	Créditos: 4	Horas por semestre: 60
Criterios de estabilidad: respuesta en frecuencia, márgenes de fase y de ganancia: introducción al control de sistemas discretos, aplicaciones.			
Observaciones: los contenidos de este programa podrían implementarse para un segundo curso de sistemas de control, pero el mismo estaría más aplicado a la carrera de Ingeniería Electrónica y no a Ingeniería Eléctrica.			
México - UNAM		1547 - Dinámica de Sistemas Físicos.	
Prerrequisito: ninguno.			
Pos requisito: Fundamentos de Control.			
Programa:	Semestre: 5	Créditos: 9	Horas por semestre: 72
<ol style="list-style-type: none"> 1. Modelado de sistemas físicos. Modelado de sistemas hidráulicos y térmicos. Leyes de elementos. Ecuaciones de equilibrio. Representación de sistemas hidráulicos y térmicos mediante ecuaciones diferenciales y función de transferencia. Modelado de sistemas híbridos. Leyes de elementos. Ecuaciones de equilibrio. Representación de sistemas híbridos mediante ecuaciones diferenciales y función de transferencia. Enfoque energético en el modelado de sistemas físicos. Ecuaciones de Euler-Lagrange. Bond Graphs. 2. Representación de los sistemas físicos. Introducción a la simulación. 3. Características dinámicas de los sistemas físicos. Respuesta en escalón. Constante de tiempo. Respuesta de impulso. Función de transferencia y patrón de polos y ceros. Sistemas de segundo orden. Características generales. 4. Respuesta en frecuencia de sistemas físicos. Respuesta en estado senoidal permanente. Representación de gráficas logarítmicas (Traza de Bode). 5. Análisis de sistemas en tiempo continuo mediante variables de estado. Concepto de estado. Ecuaciones de estado de sistemas lineales e invariantes en el tiempo. Obtención de las ecuaciones de estado a partir del diagrama esquemático. Obtención de las ecuaciones de estado a partir de la función de transferencia. Obtención de la función de transferencia a partir de la representación en variables de estado. Formas canónicas de las ecuaciones de estado Solución de las ecuaciones de estado. Matriz de transición. Ecuación de transición de estado. Controlabilidad y observabilidad. 			

Continuación de la tabla XIX.

México - UNAM	1655 - Fundamentos de Control.		
Prerrequisito: Dinámica de Sistemas Físicos.			
Pos requisito: ninguno.			
Programa:	Semestre: 6	Créditos: 11	Horas por semestre: 104
<p>1. Acciones de control. Métodos de sintonización Ziegler-Nichols. Oscilaciones sostenidas. Oscilaciones amortiguadas. Equivalentes discretos de los algoritmos PID. Métodos de aproximación con integración numérica. Discretización de funciones de transferencia continuas por el método “retén de orden cero” (ROC).</p> <p>2. Estabilidad de sistemas de control. Concepto BIBO. Diagramas de polos y ceros. Márgenes de ganancia y fase. Estabilidad en los sistemas de control digital. Criterio de Jury. Lugar geométrico de las raíces. Condiciones para el lugar geométrico de las raíces (LGR). Magnitud. Ángulo. Reglas de Evans para trazar el lugar geométrico de las raíces. Particularidades del LGR en el plano Z.</p> <p>3. Diseño por medio de la respuesta en frecuencia. Diseño con base en los márgenes de ganancia y fase. Redes de adelanto. Red de atraso. Red de adelanto-atraso. Transformación bilineal para la discretización de compensadores.</p>			
España - UPV	No existe equivalente.		
El pensum de la UPV no contiene un curso equivalente al de Sistemas de Control.			
Argentina - UNLP	E 237 - Control y Servomecanismos B.		
Prerrequisito: Teoría de Circuitos II.			
Pos requisito: Sistemas de Potencia, Electrónica Industrial A, Electrónica de Potencia, Instrumentación y Comunicación Industriales.			
Programa:	Semestre: 8	Créditos: ---	Horas por semestre: 96
El pensum de la UNLP no tiene un curso introductorio a los sistemas de control.			
Observaciones: los contenidos de este programa son más avanzados que los de la USAC, difiriendo en el objeto del curso, que es una introducción a los sistemas de control, por lo que estos contenidos no tienen mayor relevancia para integrarlos al curso, en todo caso, tienen más relevancia para la carrera de Ingeniería Electrónica.			
Uruguay - UR	Introducción a la teoría del Control.		
Prerrequisito y Pos requisito: Información no disponible.			
Programa:	Semestre: 8	Créditos: ---	Horas por semestre: 91
El pensum de la UR no tiene un curso introductorio a los sistemas de control.			
Observaciones: los contenidos de este programa, también son más avanzados y complejos que los abarcados en la USAC, por lo que estos contenidos no tienen mayor relevancia para integrarlos a este curso.			

Fuente: elaboración propia.

Tabla XX. Comparación de Conversión de Energía Electromecánica 2

Brasil - USP	No existe equivalente.		
El pensum de la USP no contiene un curso equivalente a éste.			
México - UNAM	1889 - Máquinas Eléctricas II.		
Prerrequisito: Máquinas Eléctricas I.			
Pos requisito: ninguno.			
Programa:	Semestre: 8 ó 9	Créditos: 11	Horas por semestre: 104
Los contenidos relacionados a transformadores son vistos en la USAC.			
Observaciones: los primeros dos apartados de este curso abarcan varios de los tópicos vistos en Conversión de Energía Electromecánica 2 de la USAC.			
España - UPV	No existe equivalente		
El pensum de la UPV no contiene un curso equivalente a éste.			
Argentina - UNLP	E 233 - Máquinas Eléctricas I.		
Prerrequisito: Campos y Ondas, Medidas Eléctricas.			
Pos requisito: Máquinas Eléctricas II, Teoría de la Transmisión de la Energía Eléctrica, Dispositivos e Instalaciones Eléctricas I, Electrónica Industrial A.			
Programa:	Semestre: 7	Créditos: ---	Horas por semestre: 96
Todos los contenidos son vistos en la USAC.			
Uruguay - UR	No existe equivalente.		
El pensum de la UR no contiene un curso equivalente a éste.			

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXI. Comparación de Máquinas Eléctricas

Brasil - USP	PEA2400 - Máquinas Eléctricas I.		
Prerrequisito: ninguno.			
Pos requisito: Laboratorio de Máquinas Eléctricas, Proyecto de Grado I.			
Programa:	Semestre: 7	Créditos: 4	Horas por semestre: 60
Todos los contenidos son vistos en la USAC.			
México - UNAM	1889 - Máquinas Eléctricas II.		
Prerrequisito: Máquinas Eléctricas I.			
Pos requisito: ninguno.			
Programa:	Semestre: 8 ó 9	Créditos: 11	Horas por semestre: 104
Todos los contenidos relacionados a máquinas eléctricas son cubiertos en la USAC.			
Observaciones: los primeros dos apartados de este curso abarcan algunos puntos vistos en Conversión de Energía Electromecánica 2 de la USAC.			
España - UPV	26104 - Máquinas Eléctricas.		
Prerrequisito y pos requisito: ninguno.			
Los contenidos relacionados a máquinas eléctricas son abarcados en la USAC.			
Observaciones: como se mencionó en la Tabla XVII, este curso tiene conceptos de Conversión 1 y Máquinas Eléctricas de la USAC.			
Argentina - UNLP	E 234 - Máquinas Eléctricas II.		
Prerrequisito: Máquinas Eléctricas I.			
Pos requisito: Sistemas de Potencia, Centrales Eléctricas I.			
Programa:	Semestre: 8	Créditos: ---	Horas por semestre: 96
Todos los contenidos son vistos en la USAC.			
Uruguay - UR	Máquinas Eléctricas.		
Prerrequisito y pos requisito: información no disponible.			
Programa:	Semestre: 8	Créditos: ---	Horas por semestre: 76
<p>10. Transformaciones. Generalidades sobre transformaciones. Componentes simétricas y componentes relativas. Condiciones impuestas a las matrices de transformación. Diagonalización de matrices simétricas y circulantes: transformaciones de Fortescue, Clarke y Concordia. Transformación de Park original y normalizada.</p> <p>11. Máquinas sincrónicas en ecuaciones transformadas. Simplificación de las ecuaciones de la MS de polos salientes aplicando la transformación de Park normalizada. Ecuaciones de MS en notación operacional. Potencia y par electromagnético. Aplicación de la transformación de Park original. Ecuaciones e impedancias operacionales. Reactancias y constantes de tiempo (sincrónica, transitoria, subtransitoria).</p>			

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXII. Comparación de Análisis de Sistemas de Potencia 1

Brasil - USP	PEA2301 - Introducción a Sistemas de Potencia.		
Prerrequisito: Circuitos Eléctricos I.			
Pos requisito: ninguno.			
Programa:	Semestre: 6	Créditos: 4	Horas por semestre: 60
Todos los contenidos son abarcados en la USAC.			
Brasil - USP	PEA2410 – Sistemas de Potencia I.		
Prerrequisito: ninguno.			
Pos requisito: Proyecto de Grado I.			
Programa:	Semestre: 7	Créditos: 4	Horas por semestre: 60
Todos los contenidos son abarcados en la USAC.			
Brasil - USP	PEA2417 - Sistemas de Potencia II.		
Prerrequisito: ninguno.			
Pos requisito: ninguno.			
Programa:	Semestre: 8	Créditos: 4	Horas por semestre: 60
Todos los contenidos son abarcados en la USAC.			
México - UNAM	1749 - Sistemas Eléctricos de Potencia I.		
Prerrequisito: Máquinas Eléctricas 1.			
Pos requisito: Instalaciones Eléctricas Industriales.			
Programa:	Semestre: 7	Créditos: 11	Horas por semestre: 104
10. Características eléctricas de los cables subterráneos. Cables subterráneos. Descripción de los distintos tipos de cables subterráneos. Parámetros de cables subterráneos. Resistencia, inductancia y capacitancia. Tensiones inducidas y corrientes circulantes en los forros metálicos. Resistencia de aislamiento y factor de potencia en el dieléctrico. Normatividad aplicable a la construcción de cables subterráneos.			
México - UNAM	1064 - Sistemas Eléctricos de Potencia II.		
Prerrequisito: ninguno.			
Pos requisito: Protección de Sistemas Eléctricos.			
Programa:	Semestre: 8,9	Créditos: 11	Horas por semestre: 104
Todos los contenidos son abarcados en la USAC.			
España - UPV	26101 - Líneas Eléctricas y Sistemas de Potencia.		
Prerrequisito y pos requisito: ninguno.			
Los contenidos acerca de Sistemas de Potencia son vistos en la USAC.			
Observaciones: la mitad del contenido de este curso está dedicada a líneas de transmisión y la otra mitad a tópicos de sistemas de potencia, los cuales son vistos en la USAC.			

Continuación de la tabla XXII.

Argentina - UNLP		E 239 - Sistemas de Potencia.	
Prerrequisito: Máquinas Eléctricas II, Teoría de la Transmisión de la Energía Eléctrica y Control y Servomecanismos B.			
Pos requisito: Centrales Eléctricas II.			
Programa:	Semestre: 9	Créditos: ---	Horas por semestre: 96
Todos los contenidos son abarcados en la USAC.			
Uruguay - UR		Redes Eléctricas.	
Prerrequisito y pos requisito: información no disponible.			
Programa:	Semestre: 7	Créditos: ---	Horas por semestre: 58
<p>6. Defectos de línea abierta. Naturaleza. Modelo de Norton y fórmulas básicas para los casos de un hilo abierto y de dos hilos abiertos, en componentes simétricas. Generalización a una red compleja.</p> <p>7. Defectos especiales. Situaciones asimilables a los defectos estudiados: desequilibrios o defectos con impedancias.</p> <p>8. Defectos simultáneos. Ejemplos simples, métodos de cálculo.</p>			
Observaciones: los temas que se ven en los apartados 6, 7 y 8 del programa uruguayo son temas que no se tratan a nivel de licenciatura, sino a nivel de maestría por su complejidad, por lo que no tienen relevancia.			

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXIII. **Comparación de Alta Tensión**

Brasil - USP	No existe equivalente.		
El pensum de la USP no contiene un curso equivalente al de Alta Tensión.			
México - UNAM	No existe equivalente.		
El pensum de la UNAM no contiene un curso equivalente al de Alta Tensión.			
España - UPV	No existe equivalente.		
El pensum de la UPN no contiene un curso equivalente al de Alta Tensión.			
Argentina - UNLP	No existe equivalente.		
El pensum de la UNLP no tiene un curso equivalente al de Alta Tensión.			
Uruguay - UR	Ensayos Dieléctricos.		
Prerrequisito y pos requisito: información no disponible.			
Programa:	Semestre: 9	Créditos: ---	Horas por semestre: 50
6. Ensayos de impulso.			
Observaciones: este es curso es de carácter optativo.			

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXIV. Comparación de Sistemas de Generación

Brasil - USP	PEA2420 - Producción de Energía.		
Prerrequisito y pos requisito: ninguno.			
Programa:	Semestre: 8	Créditos: 4	Horas por semestre: 60
3. Centrales nucleares. Tipos, sistemas y configuraciones principales. Combustible nuclear. Principio de funcionamiento, características físicas y eléctricas, tecnología utilizada. Aspectos operativos y de energía producida.			
México - UNAM	No existe equivalente.		
El pensum de la UNAM no tiene un curso equivalente a Sistemas de Generación.			
España - UPV	26103 - Centrales Eléctricas y Energías Renovables.		
Prerrequisito y pos requisito: ninguno.			
Programa:	Semestre: 6	Créditos: 9	Horas por semestre: 90
Los contenidos son abordados en la USAC.			
España - UPV	25254 - Gestión Energética y Ecoeficiencia.		
Prerrequisito y pos requisito: ninguno.			
Programa:	Semestre: 8	Créditos: 6	Horas por semestre: 60
Eficiencia energética en equipos eléctricos. Ecodiseño y ecoeficiencia. Objetivos y bases de la ecoeficiencia. Elementos eléctricos ecoeficientes.			
Argentina - UNLP	E 238 – Centrales Eléctricas I.		
Prerrequisito: Máquinas Eléctricas II, Dispositivos e Instalaciones Eléctricas I.			
Pos requisito: Centrales Eléctricas II.			
Programa:	Semestre: 9	Créditos: ---	Horas por semestre: 96
1. Economía energética. Evaluación económica de las obras.			
3. Conducción de fluidos. Resistencia a la circulación. Viscosidad. Cálculo de pérdidas. Dimensionamiento de tuberías. Bombas. Potencia de accionamiento. Comportamiento de las bombas. Selección. Número específico. Cavitación. Tipos de máquinas hidráulicas. Ecuación de potencia del salto. Rendimiento.			
Argentina - UNLP	E 244 – Centrales Eléctricas II.		
Prerrequisito: Centrales Eléctricas I, Sistemas de Potencia, Termodinámica B.			
Pos requisito: ninguno.			
Programa:	Semestre: 10	Créditos: ---	Horas por semestre: 96
2. Centrales nucleares. La fisión nuclear. El uranio natural. Característica del ciclo con diferentes reactores. El uranio enriquecido. El ciclo de combustible. Grado de quemado. El plutonio como combustible futuro. Reactores con neutrones rápidos.			
Uruguay - UR	No existe equivalente.		
El pensum de la UR no contiene un curso equivalente a éste.			

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXV. Comparación de Automatización Industrial

Brasil - USP	PEA2411 - Introducción a Automatización de Sistemas Eléctricos.		
Prerrequisito: ninguno.			
Pos requisito: ninguno.			
Programa:	Semestre: 7	Créditos: 2	Horas por semestre: 30
Los contenidos son abordados en la USAC.			
Brasil - USP	PEA2412 - Automatización de Sistemas Eléctricos de Potencia.		
Prerrequisito: ninguno.			
Pos requisito: ninguno.			
Programa:	Semestre: 8	Créditos: 4	Horas por semestre: 60
Los contenidos son abordados en la USAC.			
Brasil - USP	PEA2504 – Máquinas Eléctricas y sus Accionamientos.		
Prerrequisito: ninguno.			
Pos requisito: ninguno.			
Programa:	Semestre: 8	Créditos: 4	Horas por semestre: 60
Los contenidos son abordados en la USAC.			
Brasil -USP	PEA2505 - Introducción a Automatización de Sistemas Industriales.		
Prerrequisito: ninguno.			
Pos requisito: ninguno.			
Programa:	Semestre: 9	Créditos: 2	Horas por semestre: 30
Modelado de sistemas automatizados a eventos discretos. Clases de redes de Petri, propiedades de rendimiento y estructuras: limitación, conservación, vivacidad, alcanzabilidad, persistencia y reversibilidad.			
Procesos de modelado. Agrupación y refinamiento. Subredes de procesos de fabricación. Diseño de controladores en automatización: especificaciones, interconexión entre el control de proceso y el de eventos. Redes de Petri básicas de protección y señalización.			
Análisis por simulación digital. Modelado y Control de la producción. Producción repetitiva en central de trabajo, (job shop). Sistemas Kanban.			
México - UNAM	No existe equivalente.		
El pensum mexicano no contiene un curso equivalente a éste.			

Continuación de la tabla XXV.

España - UPV		25911 - Regulación Automática.	
Prerrequisito y pos requisito: ninguno.			
Programa:	Semestre: 5	Créditos: 6	Horas por semestre: 60
<p>Controlabilidad y observabilidad en el modelo interno. Concepto de estabilidad. Estabilidad absoluta y relativa. Ecuación característica. Criterio de Routh-Hurwitz.</p> <p>Estado estacionario de los sistemas realimentados. Análisis de la respuesta en estado estacionario. Error en estado estacionario. Coeficientes estáticos de error. Análisis en la frecuencia Relación función de transferencia con la respuesta en frecuencia. Representación polar. Diagrama de Bode.</p> <p>Sistemas de fase mínima. Especificaciones en frecuencia. Estabilidad en frecuencia. Principio del argumento. Margen de ganancia y margen de fase. Relación con el dominio temporal Métodos clásicos de diseño Especificaciones y metodología de diseño. Relación entre la respuesta en el tiempo y la respuesta en frecuencia.</p>			
España - UPV		26106 - Control de Máquinas y Accionamientos Eléctricos.	
Prerrequisito y pos requisito: ninguno.			
Programa:	Semestre: 6	Créditos: 6	Horas por semestre: 60
<p>Servicio de motores. Características, tipos de servicio, influencia de algunas variables, selección y aplicación de los accionamientos en la Industria, análisis de las aplicaciones, diagnóstico del comportamiento y de las averías en los sistemas. Guía de selección, planes de mantenimiento, catálogos.</p>			
España - UPV		26107 - Automatismos Eléctricos.	
Prerrequisito y pos requisito: ninguno.			
Programa:	Semestre: 8	Créditos: 6	Horas por semestre: 60
Los contenidos son abordados en la USAC.			
Argentina - UNLP		No existe equivalente.	
El pensum de la UNLP no contiene un curso equivalente a éste.			
Uruguay - UR		Introducción a los PLC.	
Prerrequisito y pos requisito: Información no disponible.			
Programa:	Semestre: 9	Créditos: ---	Horas por semestre: 45
Lenguaje FBD. Lenguajes IL y SFC.			

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXVI. Comparación de Subestaciones

Brasil - USP		PEA2403 - Instalaciones Eléctricas II.	
Prerrequisito y pos requisito: ninguno.			
Programa:	Semestre: 8	Créditos: 4	Horas por semestre: 60
La única diferencia es el uso de herramientas CAD y CAE.			
México - UNAM		1894 - Subestaciones Eléctricas.	
Prerrequisito y pos requisito: ninguno.			
Programa:	Semestre: 8 ó 9	Créditos: 6	Horas por semestre: 48
<p>3. Equipo de barras colectoras, diseño y materiales. Consideraciones generales. Cargas estáticas y dinámicas que actúan sobre las barras de una SE. Factores que intervienen en el diseño de las barras colectoras. Factores secundarios en el diseño de barras colectoras. Efecto superficial y térmico, vibraciones, corrosión y salinidad. Materiales de las barras colectoras. Métodos de cálculo. Cálculo de distancias de fase a tierra y entre fases. Selección de materiales. Barras colectoras en gas y de fase aislada.</p> <p>5. Proyecto físico de la subestación. Comparación económica de una subestación convencional con una de gas. Duración de un proyecto de una subestación.</p> <p>7. Control, medición, aparatos y diagramas. Control, aparatos y diagramas. Tipos de control. Diagramas. Dispositivos y elementos de control. Tipos de elementos de control. Descripción de los dispositivos de control. Sistemas automáticos de control. Dispositivos de alarma. Aparatos registradores. Sistemas de control remoto. Sistemas modernos de control. Medición, aparatos y diagramas. Generalidades.</p> <p>9. Tableros, aparatos y alambrados. Tableros, aparatos y alambrados. Tipos de tableros. Disposición física de los aparatos y perforaciones. Disposición física de los alambrados. Descripción física de los tableros y singularidades.</p> <p>10. Pruebas, puesta en servicio y memoria del proyecto. Pruebas y puesta en servicio. Prueba de la resistencia de la red de tierra. Pruebas de aislamiento. Prueba del equipo auxiliar. Prueba de los circuitos de control-medición y protección. Ajuste de protecciones. Normatividad relativa a la puesta en servicio de una subestación. Reporte de construcción: recopilación de estudios, memoria de cálculos y diagramas.</p>			
España - UPV		26105 - Instalaciones de Alta Tensión.	
Prerrequisito y pos requisito: ninguno.			
Programa:	Semestre: 6	Créditos: 6	Horas por semestre: 60
Clasificación de centros de transformación, centros de transformación, diseño de centro de transformación en caseta, diseño de transformación en intemperie. Diseño mecánico.			

Continuación de la tabla XXVI.

Argentina - UNLP		E 236 - Dispositivos e Instalaciones Eléctricas I.	
Prerrequisito: Materiales y Componentes Electrotécnicos, Máquinas Eléctricas I.			
Pos requisito: Dispositivos e Instalaciones Eléctricas I, Centrales Eléctricas.			
Programa:	Semestre: 8	Créditos: ---	Horas por semestre: 96
<p>5. Seguridad eléctrica. Protección con dispositivo de corte por tensión de defecto (circuito FU), protección con dispositivo por intensidad de defecto (circuito FI), Medidas de protección sin conductor de protección, empleo de tensiones de muy baja tensión de seguridad, verificación de instalaciones, control de la instalación de acuerdo con las normas vigentes, condiciones de diseño de las instalaciones eléctricas, factor de carga y utilización, tiempo de utilización.</p>			
Arg - UNLP		E 242 - Diseño de Líneas de Transmisión y de Estaciones Transformadoras	
Prerrequisito: Teoría de la Transmisión de la Energía Eléctrica y Dispositivos e Instalaciones Eléctricas II.			
Pos requisito: ninguno.			
Programa:	Semestre: 10	Créditos: ---	Horas por semestre: 96
<p>1. Información de base. Ubicación geográfica. Plan de obras. Caracterización de la zona. Datos geográficos. Datos meteorológicos. Estudio de suelo y tipificación geológica. Topografía. Provisión de agua potable.</p> <p>5. Especificaciones y presupuesto. Oferta en plaza. Planilla de datos garantizados del equipamiento, normas de recepción, repuestos y ensayos, montaje de los equipos principales, solicitud de precios, discriminación de costos, costos con y sin impuestos, costos en moneda extranjera, plan final de obra, presupuesto preventivo.</p>			
Observaciones: Los temas abordados en el apartado 1 corresponden más al interés de los ingenieros civiles.			
Uruguay - UR		Subestaciones de Media Tensión.	
Prerrequisito y pos requisito: información no disponible.			
Programa:	Semestre: 10	Créditos: ---	Horas por semestre: 60
<p>6. Instalaciones auxiliares. Servicios auxiliares. Cableado auxiliar para medida.</p> <p>8. Subestaciones prefabricadas. Subestaciones MT/BT en envoltentes prefabricadas para integrarse al entorno de una zona urbana. Subestaciones móviles para ser empleadas en situaciones de emergencia en la red de MT.</p> <p>9. Operación y mantenimiento de instalaciones de MT. Nociones sobre prácticas usuales de explotación de subestaciones de MT. Normas de seguridad. Problemas más frecuentes que se presentan en el ejercicio diario de esas subestaciones.</p>			

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXVII. **Comparación de Protección de Sistemas de Potencia**

Brasil - USP	No existe equivalente.		
El pensum de la USP no contiene un curso con contenidos semejantes a éste.			
México - UNAM	1892 - Protección de Sistemas Eléctricos.		
Prerrequisito: Sistemas Eléctricos de Potencia II.			
Pos requisito: ninguno.			
Programa:	Semestre: 8 ó 9	Créditos: 11	Horas por semestre: 104
<p>2. Fallas en los sistemas de potencia eléctrica y en sus elementos. Líneas con conductores abiertos. Fallas entre espiras en las máquinas.</p> <p>5. Principios de operación y aplicación de relevadores y sistemas de estado sólido. Principios de Medición. Medición en una variable y varias variables, comparadores de amplitud y fase. TCs sumadores. Filtros de componentes simétricas, combinación de dispositivos de protección para formar sistemas de protección. Sistemas de medición para determinar distancia y dirección de la falla.</p> <p>6. Principios de operación y aplicación de relevadores y sistemas digitales. Generalidades de operación. Protección y control basado en computadoras, conversión A/D de las variables de entrada, acondicionamiento de señales digitales, representación de la variable de entrada por sus componentes ortogonales, correlación digital, filtros de componentes simétricas, protecciones digitales, algoritmos y estructuras lógicas para protecciones digitales.</p>			
Observaciones: los puntos relacionados a mediciones de la sección 5 así como toda la sección 6 no se ven a profundidad en la USAC.			
España - UPV	No existe equivalente.		
El pensum de la UPV no contiene un curso equivalente a éste.			
Argentina - UNLP	E 240 - Dispositivos e Instalaciones Eléctricas II.		
Prerrequisito: Dispositivos e Instalaciones Eléctricas I.			
Pos requisito: Distribución de la Energía Eléctrica, Diseño de Líneas de Transmisión y Estaciones Transformadoras.			
Programa:	Semestre: 9	Créditos: ---	Horas por semestre: 60
Todos los temas son abarcados en la USAC.			
Uruguay - UR	Protección de Sistemas Eléctricos de Potencia.		
Prerrequisito y pos requisito: información no disponible.			
Programa:	Semestre: 6	Créditos: 6	Horas por semestre: 60
8. Relés: montaje, verificación, recepción, mantenimiento y operación.			
Observaciones: la sección 8 de este programa se ve superficialmente en la USAC.			

Fuente: elaboración propia.

3.3.2.1. Resultados de la comparación

Luego de haber revisado los programas equivalentes se observó que la mayoría de los contenidos de potencia son abarcados en la Universidad de San Carlos de Guatemala y aquellos contenidos que no son abarcados en ésta, se debe en su mayoría a que todavía no existe una aplicación intensiva dentro del sistema eléctrico nacional, como es el caso del cableado eléctrico subterráneo, o bien, a la no existencia o poco desarrollo de algún tipo de industria en el país como las centrales de trabajo de industrias de fabricación automotriz.

Así como hay contenidos que no se ven en algún curso de la EIME, también existen contenidos que son abordados superficialmente o no son abordados en lo absoluto, en los demás cursos y programas comparados, tal como en el caso de los cursos de Conversión Electromecánica 2 y Alta Tensión, pues únicamente 1 ó 2 universidades tratan los contenidos de dichos cursos.

Aparte de esto, en las demás universidades hay cursos de profundización de tópicos que son abarcados más elementalmente en la carrera de la Universidad de San Carlos de Guatemala, entre estos tenemos:

- Accionamiento de máquinas eléctricas: la USP y la UPV cuentan con este curso, pero bastantes de los contenidos que se ven allí se abarcan en el curso de Automatización Industrial de la EIME.
- Electrónica de potencia: en la Universidad de San Carlos de Guatemala algunos de estos contenidos son vistos por la carrera de Ingeniería Electrónica en el curso de Electrónica 4. Los conocimientos de electrónica de potencia son de carácter obligatorio en todas las universidades evaluadas y los contenidos que se abordan principalmente son:

Introducción a los sistemas electrónicos de potencia. Tipos, funciones y aplicaciones de sistemas convertidores. Análisis de circuitos CD y CA con interruptores ideales. Análisis de las características de funcionamiento de dispositivos semiconductores de potencia (transistores de potencia, tiristores), nomenclatura y simbología de potencia. Funcionamiento y aplicación de controladores de voltaje de CA, rectificadores controlados (conversión CA/CD), fuentes conmutadas (conversión CD/CD), inversores (conversión CD/CA) y compensación de potencia reactiva (conversión CA/CA).

- Calidad y eficiencia del uso de la energía eléctrica: sólo la USP y la UPV cuentan con este curso, en la Universidad de San Carlos de Guatemala se abordan algunos de estos conocimientos en los cursos finales de la carrera, principalmente en el curso de Transmisión y Distribución. Los principales temas vistos en este curso por las demás universidades son:

El mercado y la calidad de la energía, del servicio y de la potencia. Parámetros para la gestión y control de la calidad del servicio: tiempo medio de restauración, índices de confiabilidad como la duración media y la frecuencia. La calidad de la energía (forma de onda) en régimen permanente. Fenómenos transitorios. Caídas y subidas de tensión, desequilibrios y distorsiones armónicas. Aspectos reglamentarios de calidad de la energía: normas, procedimientos de medición y control.

- Plantas y centrales eléctricas: este curso abarca algunos temas que se ven en el curso de Sistemas de Generación de la EIME, pero además se abarcan contenidos más profundos acerca de generadores síncronos, equipos principales y servicios auxiliares de plantas generadoras. Normas de regulación de las plantas.

- Instalaciones eléctricas en plantas industriales: este curso se imparte en la Universidad Nacional Autónoma de México, en la Universidad Nacional La Plata y la Universidad de la República. Aquí los estudiantes aprenden a realizar el diseño del sistema eléctrico industrial en base a los equipos y tipo de proceso desarrollado en la planta. Inicia con el diseño del sistema de tierra según las características de la planta y luego se realiza el diseño del sistema de fuerza, que involucra la selección de materiales y equipos. Protección del sistema eléctrico industrial así como uso de sistemas de control eléctrico. Finalmente se abordan las técnicas para organizar la documentación del proyecto.
- Sistemas de transporte eléctrico: este curso es impartido únicamente en la Universidad Nacional Autónoma de México y es de carácter optativo. El contenido abarca conocimientos acerca de los componentes y características de los diferentes sistemas de transporte eléctrico en automóviles hasta locomotoras. Incluye análisis de las características de repuesta de los vehículos con diferentes tipos de motores de tracción. Sistemas de arranque, control de velocidad, aceleración, frenado y automatización de vehículos eléctricos. Por último se ven los componentes y operación de las instalaciones fijas en transportes eléctricos.

3.3.3. Comparación del Área de Electrotecnia

En las siguientes tablas se compararán los programas de los cursos del Área de Electrotecnia de la Universidad de San Carlos de Guatemala con sus respectivos equivalentes en las demás universidades seleccionadas.

Tabla XXVIII. **Comparación de Circuitos Eléctricos I**

Brasil - USP	PSI2211 - Circuitos Eléctricos I.		
Prerrequisito: ninguno.			
Pos requisito: Circuitos Eléctricos II, Electrónica, Introducción a Sistemas Eléctricos de Potencia.			
Programa:	Semestre: 4	Créditos: 4	Horas por semestre: 60
Todos los contenidos son vistos en la USAC.			
México - UNAM	1546 - Análisis de Circuitos Eléctricos.		
Prerrequisito: Análisis de sistemas y Señales.			
Pos requisito: Máquinas Eléctricas I.			
Programa:	Semestre: 5	Créditos: 11	Horas por semestre: 104
Todos los contenidos son vistos en la USAC.			
España - UPV	25980 - Fundamentos de Tecnología Eléctrica.		
Prerrequisito: ninguno.			
Pos requisito: ninguno.			
Programa:	Semestre: 3 y 4	Créditos: 9	Horas por semestre: 90
Todos los contenidos son vistos en la USAC.			
Argentina - UNLP	E 204 -Teoría de Circuitos I.		
Prerrequisito: Matemática C y Física II.			
Pos requisito: Física II, Matemática C.			
Programa:	Semestre: 5	Créditos: ---	Horas por semestre: 96
Todos los contenidos son vistos en la USAC.			
Uruguay - UR	Sistemas Lineales 2.		
Prerrequisito: Sistemas Lineales 1.			
Pos requisito: Redes Eléctricas.			
Programa:	Semestre: 6	Créditos: ---	Horas por semestre: 78
Todos los contenidos son vistos en la USAC.			

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXIX. **Comparación de Teoría Electromagnética 1**

Brasil - USP	PEA2303 - Ingeniería Electromagnética.		
Prerrequisito: Física para Ingeniería Eléctrica III.			
Pos requisito: Conversión Electromecánica de Energía.			
Programa:	Semestre: 5	Créditos: 4	Horas por semestre: 60
Líneas de Transmisión en régimen transitorio. Diagrama de armaduras. Sistema de TDR. Asociación de LT.			
México - UNAM	1314 - Principios de Termodinámica y Electromagnetismo.		
Prerrequisito: ninguno.			
Pos requisito: ninguno.			
Programa:	Semestre: 3	Créditos: 11	Horas por semestre: 104
Todos los contenidos son abarcados en la USAC.			
México - UNAM	0071 - Electricidad y Magnetismo.		
Prerrequisito: ninguno.			
Pos requisito: ninguno.			
Programa:	Semestre: 4	Créditos: 11	Horas por semestre: 104
Todos los contenidos son abarcados en la USAC.			
España - UPV	25974 - Fundamentos Físicos de la Ingeniería.		
Prerrequisito: ninguno.			
Pos requisito: ninguno.			
Programa:	Semestre: 1 y 2	Créditos: 12	Horas por semestre: 60
Todos los contenidos son abarcados en la USAC.			
Argentina - UNLP	E 202 - Campos y Ondas.		
Prerrequisito: Física II, Matemática D.			
Pos requisito: Máquinas Eléctricas I.			
Programa:	Semestre: 5	Créditos: ---	Horas por semestre: 96
Todos los contenidos son abarcados en la USAC.			
Uruguay - UR	No Existe Equivalente.		
El pensum de la UR no contiene un curso equivalente a éste.			

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXX. **Comparación de Electricidad y Electrónica Básica**

Brasil - USP	No existe equivalente.		
El pensum de la USP no contiene un curso equivalente a éste.			
México - UNAM	No existe equivalente.		
El pensum de la UNAM no contiene un curso equivalente a éste.			
España - UPV	No existe equivalente.		
El pensum de la UPV no contiene un curso equivalente a éste.			
Argentina - UNLP	E 207 - Materiales y Componentes Electrotécnicos.		
Prerrequisito: Física II, Química.			
Pos requisito: Dispositivos e Instalaciones Eléctricas I.			
Programa:	Semestre: 6	Créditos: ---	Horas por semestre: 48
Todos los contenidos del programa argentino son abarcados en la USAC.			
Observaciones: este programa no abarca semiconductores, fuentes de voltaje, reguladores, amplificadores, osciladores y filtros.			
Uruguay - UR	No existe equivalente.		
El pensum de la UR no contiene un curso equivalente a éste.			

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXI. **Comparación de Circuitos Eléctricos II**

Brasil - USP	PSI2212 - Circuitos Eléctricos II.		
Prerrequisito: Circuitos Eléctricos I.			
Pos requisito: Laboratorio de Electricidad I, Laboratorio de Electricidad II, Electrónica de Potencia I, Electrónica de Potencia II.			
Programa:	Semestre: 4	Créditos: 4	Horas por semestre: 60
Todos los contenidos son abarcados en la USAC.			
México - UNAM	No existe equivalente.		
El pensum de la UNAM no contiene un curso equivalente a éste.			
España - UPV	No existe equivalente.		
El pensum de la UPV no contiene un curso equivalente a éste.			
Argentina - UNLP	E 206 -Teoría de Circuitos II.		
Prerrequisito: Teoría de Circuitos I, Matemática D.			
Pos requisito: Circuitos Electrónicos, Control y Servomecanismos B.			
Programa:	Semestre: 6	Créditos: ---	Horas por semestre: 96
<p>5. Teoría de cuadripolos. Relaciones fundamentales., matriz Z, Y y GAMMA. Matriz Indefinida. Aplicaciones del cálculo matricial a los circuitos pasivos y activos. Parámetros de circuito abierto y de cortocircuito. Parámetros de imagen. Coeficiente de reflexión. Aplicación a líneas de transmisión con parámetros distribuidos.</p> <p>7. Síntesis de cuadripolos. Tipo de funciones sintetizables como cuadripolos. Condiciones de suficiencia para que tres inmitancias correspondan a un cuadripolo. Procedimiento de síntesis para cuadripolos en vacío. Cuadripolos LC y RC. Procedimiento de remoción de polos. Redes de escalera. Redes Lattice.</p> <p>8. Síntesis de cuadripolos cargados. Procedimiento de síntesis de cuadripolos cargados en un extremo. Idem en ambos extremos. Procedimiento de Cauer y Darlington. Ecualesadores.</p>			
Uruguay - UR	Sistemas Lineales 1.		
Prerrequisito: Física III.			
Pos requisito: Sistemas Lineales 2, Muestreo y Procesamiento Digital de Señales.			
Programa:	Semestre: 5	Créditos: ---	Horas por semestre: 91
<p>6. Cuadripolos. Parámetros Y, Z, constantes generales, híbridos. Reciprocidad. Cuadripolos equivalentes. Circuitos T, P. Interconexión de cuadripolos: cascada, paralelo, serie. Condiciones de validez. La T puentada. Impedancias iterativas e imagen. Impedancia característica. Distorsión. Condiciones para que no haya distorsión (por Fourier). Distorsión de amplitud, frecuencia y fase. Distorsión no lineal: armónicas, rectificadas e intermodulación.</p>			

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXII. **Comparación de Instrumentación Eléctrica**

Brasil - USP	No existe equivalente.		
El pensum de la USP no contiene un curso equivalente al de Instrumentación Eléctrica.			
México - UNAM	0558 - Medición e Instrumentación.		
Prerrequisito y pos requisitos: ninguno.			
Programa:	Semestre: 7	Créditos: 8	Horas por semestre: 80
4. Sistemas de Instrumentación. Almacenamiento y recuperación de datos.			
España - UPV	No existe equivalente.		
El pensum de la UPV no contiene un curso equivalente al de Instrumentación Eléctrica.			
Argentina - UNLP	E 208 - Medidas Eléctricas.		
Prerrequisito: Teoría de Circuitos I.			
Pos requisito: Máquinas Eléctricas.			
Programa:	Semestre: 6	Créditos: ---	Horas por semestre: 96
<p>8. Osciloscopio de rayos catódicos. Generalidades. Constitución del osciloscopio elemental. Osciloscopios de laboratorio. Ancho de banda y tiempo de subida. Comandos generales del osciloscopio. Ejemplos de utilización.</p> <p>9. Instrumentos digitales. Conversión analógica - digital. Digitalización de señales. Técnicas de conversión A/D. Breve introducción a los convertidores D/A. Convertidores no integradores. Convertidores integradores. Organización de instrumentos digitales para medir fenómenos lentos de corriente continua. Organización de un voltímetro. Multímetros. Errores de los instrumentos digitales.</p> <p>10. Medición electrónica de potencia y energía. Medidores de estado sólido. Medidores híbridos. Osciloscopios de almacenamiento digital. Prestaciones adicionales.</p>			
Uruguay - UR	Medidas Eléctricas.		
Prerrequisito: Probabilidad y Estadística.			
Pos requisito: Introducción a los PLC.			
Programa:	Semestre: 4	Créditos: 4	Horas por semestre: 60
Unidad 4. Modelos matemáticos y respuesta en frecuencia de instrumentos analógicos.			
Unidad 12. Standard IEEE 488, descripción y funcionamiento.			
Unidad 13. Standard RS-232, descripción y funcionamiento.			

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXIII. Comparación de Electrónica 1

Brasil - USP	PSI2223 - Introducción a la Electrónica.		
Prerrequisito: ninguno.			
Pos requisito: Electrónica y Electrónica Experimental I.			
Programa:	Semestre: 6	Créditos: 4	Horas por semestre: 90
Todos los contenidos del programa de la USP son abarcados en la USAC.			
México - UNAM	1421 – Física de Semiconductores.		
Prerrequisito: ninguno.			
Pos requisito: ninguno.			
Programa:	Semestre: 4	Créditos: 6	Horas por semestre: 48
Todos los contenidos del programa de la UNAM son abarcados en la USAC.			
México - UNAM	1654 - Dispositivos y Circuitos Electrónicos.		
Prerrequisito: ninguno.			
Pos requisito: Diseño Digital, Electrónica de Potencia.			
Programa:	Semestre: 6	Créditos: 11	Horas por semestre: 104
Todos los contenidos del programa de la UNAM son abarcados en la USAC.			
España - UPV	25981 - Electrónica Industrial.		
Prerrequisito: ninguno.			
Pos requisito: ninguno.			
Programa:	Semestre: 3	Créditos: 6	Horas por semestre: 60
Todos los contenidos del programa de la UPV son abarcados en la USAC.			
Argentina - UNLP	E 231 - Dispositivos Electrónicos b.		
Prerrequisito: Estadística y Física III.			
Pos requisito: Circuitos Electrónicos.			
Programa:	Semestre: 5	Créditos: ---	Horas por semestre: 96
Todos los contenidos del programa de la UNLP son abarcados en la USAC.			
Uruguay - UR	No existe equivalente.		
El pensum de la UR no contiene un curso equivalente a éste.			

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXIV. **Comparación de Electrónica 3**

Brasil - USP	PCS2215 - Sistemas Digitales I.		
Prerrequisito: ninguno.			
Pos requisito: Sistemas Digitales II.			
Programa:	Semestre: 4	Créditos: 4	Horas por semestre: 60
Todos los contenidos del programa de la USP son abarcados en la USAC.			
Brasil - USP	PCS2304 - Sistemas Digitales II.		
Prerrequisito: Sistemas Digitales I.			
Pos requisito: Laboratorio Digital.			
Programa:	Semestre: 6	Créditos: 4	Horas por semestre: 60
Todos los contenidos del programa de la UPS son abarcados en la USAC.			
México - UNAM	1748 - Diseño Digital.		
Prerrequisito: Dispositivos y Circuitos Electrónicos.			
Pos requisito: ninguno.			
Programa:	Semestre: 7	Créditos: 8	Horas por semestre: 80
Todos los contenidos del programa de la UNAM son abarcados en la USAC.			
España - UPV	25981 - Electrónica Industrial.		
Prerrequisito: ninguno.			
Pos requisito: ninguno.			
Programa:	Semestre: 3	Créditos: 6	Horas por semestre: 60
Introducción a los microcontroladores. Funcionamiento básico, registros, contador de programa			
Argentina - UNLP	E 241 - Sistemas Digitales y de Comunicaciones.		
Prerrequisito: Circuitos Electrónicos.			
Pos requisito: ninguno.			
Programa:	Semestre: 9	Créditos: ---	Horas por semestre: 96
Todos los contenidos del programa de la UNLP son abarcados en la USAC.			
Uruguay - UR	No existe equivalente.		
El pensum de la UR no contiene un curso equivalente a éste.			

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXV. Comparación de Instalaciones Eléctricas

Brasil - USP	PEA2402 - Instalaciones Eléctricas I.		
Prerrequisito: ninguno.			
Pos requisito: ninguno.			
Programa:	Semestre: 7	Créditos: 4	Horas por semestre: 60
La única diferencia es el uso de herramientas CAD y CAE.			
México - UNAM	No existe equivalente.		
El pensum de la UNAM no contiene un curso equivalente a éste.			
España - UPV	26102 - Instalaciones de Baja y Media Tensión.		
Prerrequisito: ninguno.			
Pos requisito: ninguno.			
Programa:	Semestre: 5	Créditos: 9	Horas por semestre: 90
Todos los contenidos son abarcados en la USAC.			
Argentina - UNLP	E 240 - Dispositivos e Instalaciones Eléctricas II.		
Prerrequisito: Dispositivos e Instalaciones Eléctricas I.			
Pos requisito: Distribución de la Energía Eléctrica, Diseño de Líneas de Transmisión y Estaciones Transformadoras.			
Programa:	Semestre: 9	Créditos: ---	Horas por semestre: 96
Cálculo de las corrientes de cortocircuito. Cortocircuito trifásico-simétrico. Cortocircuitos asimétricos: componentes simétricas, cortocircuito monofásico, cortocircuito bifásico, cortocircuito bifásico con puesta a tierra.			
Uruguay - UR	Instalaciones Eléctricas.		
Prerrequisito: Introducción a la Electrotecnia.			
Pos requisito: Proyecto de Instalaciones Eléctricas.			
Programa:	Semestre: 8	Créditos: ---	Horas por semestre: 60
5. Teoría y Cálculo de Cortocircuito. Introducción, características y consecuencias de los cortocircuitos. Fuentes y evolución de las corrientes de cortocircuito. Definiciones según Norma IEC. Cálculo de las corrientes de cortocircuito.			
13. Instalaciones Especiales. Generación autónoma permanente o de emergencia (Grupos electrógenos y UPS). Instalaciones en áreas con riesgo de explosión. Instalaciones hospitalarias.			

Fuente: elaboración propia.

3.3.3.1. Resultados de la comparación

Los contenidos del Área de Electrotecnia de la carrera se encuentran bastante emparejados con respecto a las demás universidades ya que se logra abarcar la mayoría de los contenidos vistos por éstas, incluso, la Universidad de San Carlos de Guatemala cuenta con un curso más que la mayoría de las demás universidades, permitiendo una base más fuerte en esta área tan importante, pues son los principios para el entendimiento y asimilación de los cursos del Área de Potencia.

La diferencia más relevante en el Área de Electrotecnia es que las demás universidades incluyen en sus programas el uso de herramientas computacionales CAD/CAE o MATLAB para auxiliarse en la enseñanza y el aprendizaje de los alumnos. En el caso de la UPV y la UNLP, aplican esto mediante la inclusión de un curso dedicado exclusivamente a iluminación y otro para el modelamiento de instalaciones eléctricas.

Estas herramientas constituyen una oportunidad de mejora para la EIME, pues daría una ventaja a los estudiantes al integrarlas en el desarrollo de los cursos, pero el hecho de que actualmente no se aprovechen mejor estas herramientas, no es por una falta de visión de parte de la EIME, sino que se debe al alto costo que tiene que asumirse por hacer uso de estos programas.

Un segundo aspecto importante a resaltar es el hecho que todas las universidades, excepto la UPV, tienen dentro de sus planes de estudio una mayor cantidad de cursos obligatorios de electrónica. La posible razón de reforzar los conocimientos en esta área puede ser el hecho que la universidad no cuente con la carrera de Ingeniería Electrónica y por ello se profundizan los conocimientos de electrónica en los estudiantes de Ingeniería Eléctrica.

Los tópicos de los cursos obligatorios de electrónica en los planes de estudio de las demás universidades, son abarcados en los cursos de la carrera de Ingeniería Electrónica de la Universidad de San Carlos de Guatemala. Estos contenidos son tratados específicamente en los cursos de Electrónica 2 donde se ven los amplificadores, en Comunicaciones 1 que trata sobre la modulación analógica y digital de señales y en Comunicaciones 4 en donde se ve el tratamiento digital de señales de audio.

Pero debido a que existe la carrera de Ingeniería Electrónica en la Universidad de San Carlos de Guatemala, no es prioritario profundizar esos conocimientos en la carrera de Ingeniería Eléctrica, además, esto permite diferenciar y delimitar mejor el campo de trabajo de ambas disciplinas.

- Comparación curricular

Esta sección está dedicada a hacer una comparación de todos los cursos que componen el pensum de las universidades aquí estudiadas y así poder ver las diferencias y similitudes que existen entre estas carreras.

La tabla XXXVI muestra la cantidad de cursos obligatorios por semestre, la cantidad de cursos optativos y la cantidad de cursos que es necesario aprobar para la obtención del título.

Tabla XXXVI. Cantidad de cursos por semestre

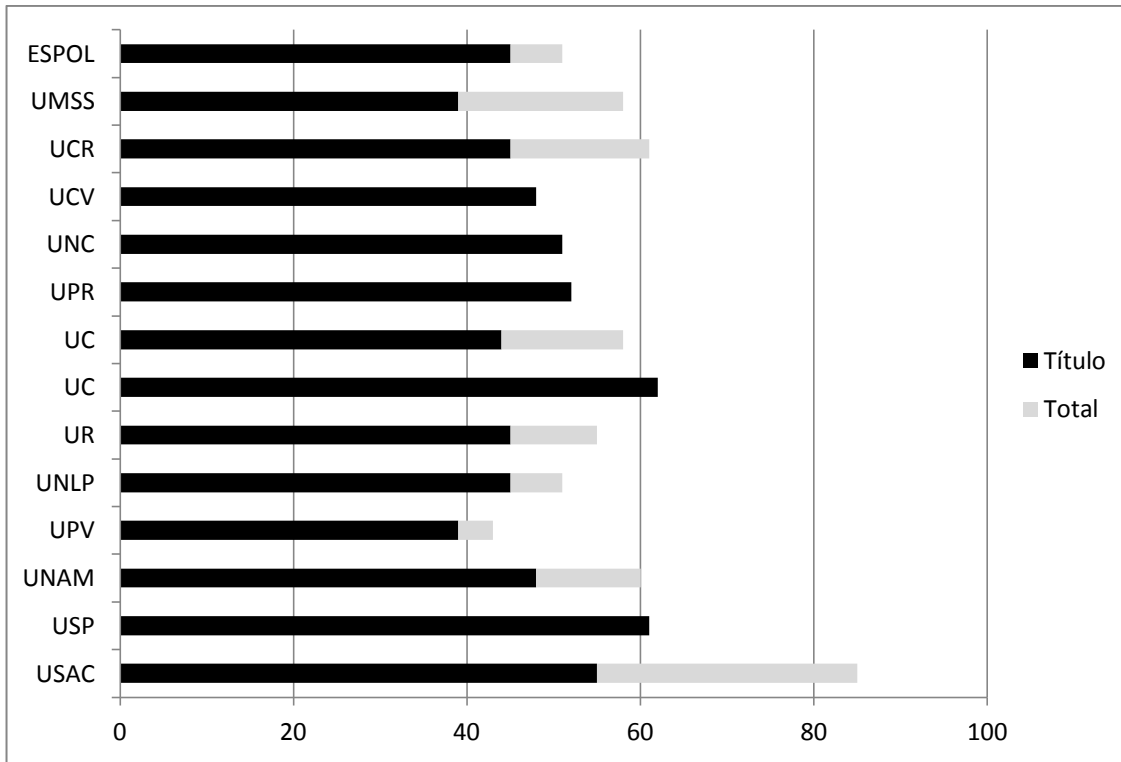
PAÍS	GUA	BRA	MÉX	ESP	ARG	URY	CHI	POR	P R	COL	VEN	C R	BOL	ECU
UNIVERSIDAD	USAC	USP	UNAM	UPV	UNLP	UR	UC	UC	UPR	UNC	UCV	UCR	UMSS	ESPOL
GRADO	LIC	LIC	LIC	LIC	LIC	LIC	LIC ESP	LIC MD	LIC	LIC	LIC	BR LIC	LIC	LIC
CURSOS DEL ÁREA DE CIENCIAS BÁSICAS Y COMPLEMENTARIAS														
Primero	5	7	5	6	3	3	5	4	5	5	5	6	5	6
Segundo	5	7	5	5	3	4	6	5	5	5	4	4	5	6
Tercero	4	7	5	5	4	5	6	5	5	6	5	5	5	5
Cuarto	4	7	6	6	3	5	6	5	6	5	6	6	5	5
Quinto	5	5	4	4	4	4	5	5	5	4	6	6	6	5
Sexto	4	6	5	4	5	3	5	5	5	5	6	6	5	4
Séptimo	6	7	5	4	4	4	6	5	5	5	5	6	5	6
Octavo	5	6	5	1	4	4	5	4	5	3	5	5	4	6
Noveno	7	6	6	0	4	4	4	5	5	4	4	5	5	6
Décimo	5	3	0	0	3	3	6	1	6	1	4	4	3	5
Décimo Primero	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0
Décimo Segundo	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
Cursos Obligatorios	50	61	46	35	37	39	62	44	52	43	50	53	48	54
Cursos Optativos para obtener el título	5	0	2	4	6	7	0	0	0	11	0	0	2	0
Total de cursos para obtener el título	55	61	48	39	43	46	62	44	52	54	50	53	50	54
Cursos Optativos libres	30	0	11	4	9	5	0	14	0	0	0	8	9	0
Total de cursos en la carrera	85	61	59	43	52	51	62	58	52	54	50	61	59	54

*BR = Bachillerato, LIC = Licenciatura, ESP = Especialidad, MD = Maestría

Fuente: elaboración propia.

La figura 10 ilustra mediante una gráfica de barras apiladas los datos presentados en la tabla XXXVI.

Figura 10. Cursos del pensum vs. cursos para obtener el título



Fuente: elaboración propia.

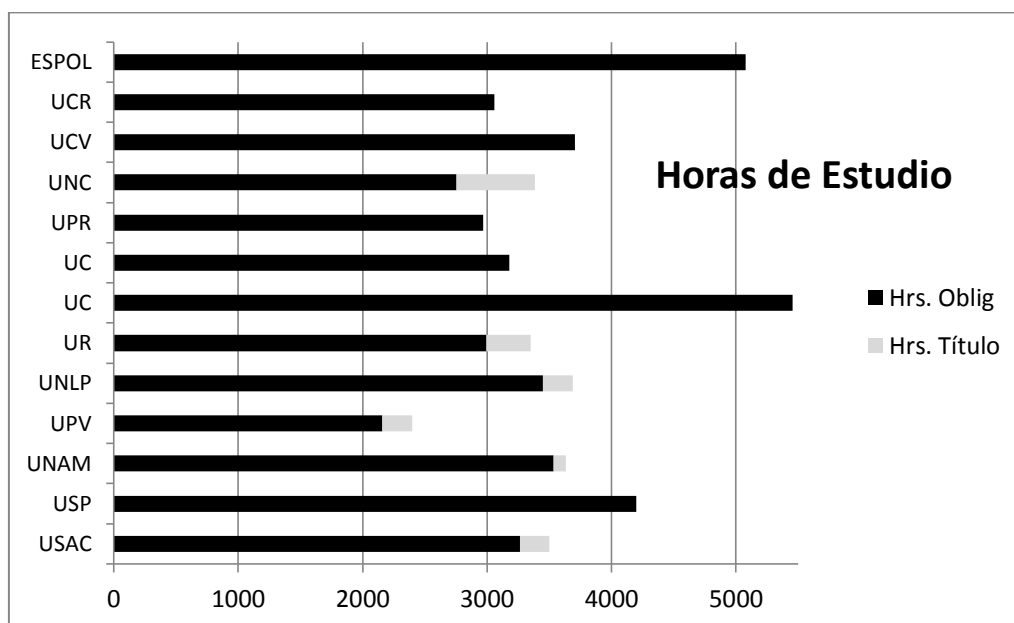
La siguiente tabla muestra las horas de estudio en aula y práctica en laboratorio que son obligatorias para cada semestre y las compara las horas de estudio para obtener el título de ingeniero electricista. Todas las universidades utilizan el semestre como ciclo académico, el cual puede ir variando en cada universidad desde unas 16 hasta unas 20 semanas por semestre, para la Universidad de San Carlos de Guatemala se contabilizaron en promedio unas 15,5 semanas por semestre, pero se tomaron 16 semanas de acuerdo al estándar manejado al proceso de acreditación. La figura 11 ilustra esta comparación mediante una gráfica de barras apiladas.

Tabla XXXVII. **Distribución de horas obligatorias por semestre**

PAÍS	GUA	BRA	MEX	ESP	ARG	URY	CHI	POR	P.R.	COL	VEN	C.R.	BOL	ECU
UNIVERSIDAD	USAC	USP	UNAM	UPV	UNLP	UR	UCH	UC	UPR	UNC	UCV	UCR	UMSS	ESPOL
SEMESTRE	HORAS OBLIGATORIAS DE ESTUDIO EN AULA Y EN LABORATORIO													
Primero	276	465	360	330	300	273	423	300	288	304	360	324	N O D I S P O N I B L E	480
Segundo	320	450	368	270	294	315	486	300	288	284	360	324		448
Tercero	247	480	400	270	348	336	477	300	324	344	360	324		416
Cuarto	253	600	392	330	252	344	486	300	324	284	360	342		424
Quinto	293	330	352	300	372	299	477	300	288	324	432	324		416
Sexto	267	330	440	300	336	214	369	300	288	365	360	288		352
Séptimo	342	480	472	240	336	332	649	300	288	324	360	288		496
Octavo	269	450	328	120	384	281	450	240	288	162	396	306		424
Noveno	728	270	424	0	384	396	369	540	270	243	342	324		392
Décimo	269	345	0	0	442	206	404	300	324	122	378	216		1232
Décimoprimer	0	0	0	0	0	0	776	0	0	0	0	0		0
Décimosegundo	0	0	0	0	0	0	90	0	0	0	0	0		0
Totales	3265	4200	3536	2160	3448	2996	5456	3180	2970	2756	3708	3060	---	5080
	HORAS PARA OBTENER EL TÍTULO													
	3500	4200	3632	2400	3688	3350	5456	3180	2970	3384	3672	3060	---	5080

Fuente: elaboración propia.

Figura 11. **Horas obligatorias vs. horas para obtener el título**



Fuente: elaboración propia.

La carrera de la Universidad de Chile tiene la duración más extensa de todas debido a que la carrera además de la licenciatura incluye un año de especialización. La carrera de la Universidad de Coimbra (Portugal) está conformada por una licenciatura de 3 años y por una maestría integrada de dos años de duración. La Universidad de Costa Rica está conformada por un bachillerato de 4 años y una licenciatura que se obtiene con otro año más.

De las tablas y gráficas anteriores, tenemos que la Universidad de San Carlos de Guatemala cuenta con el pensum que más cursos ofrece para la formación del estudiante. También se ve que la mayoría de universidades ofrecen más cursos de los necesarios para obtener el título, con el fin que los estudiantes tengan una formación más diversa. En casos como los de la USP todos los cursos del pensum son obligatorios y esto podría limitar la formación de los estudiantes en áreas diferentes a las que se tratan específicamente en la Ingeniería Eléctrica.

Se observa que el promedio de cursos a aprobar para obtener el título de Ingeniero Electricista es de 49 cursos y que el promedio de cursos en los planes de estudio es de 57. La Universidad de San Carlos de Guatemala se encuentra por encima de ambos promedios lo que indica que el pensum es más diverso y en algunos casos es más detallado, pues en algunas universidades un curso cubre lo que se ve en dos y hasta en tres cursos de la EIME. En la Universidad de San Carlos de Guatemala, a pesar de la amplia oferta de cursos optativos solo se requiere de alrededor de 5 cursos más de los 50 obligatorios para cerrar pensum, lo cual evita que el estudiante aproveche dicha oferta.

En promedio se necesita completar el 86 por ciento del pensum que equivalen a alrededor de 3 660 horas de formación en el aula y laboratorios para obtener el título de ingeniero electricista.

De acuerdo con este porcentaje, la Universidad de San Carlos de Guatemala se encuentra por debajo de la media y la Universidad de Chile sobrepasa este promedio pues cuenta con un sexto año más de estudios.

La tabla XXXVIII presenta a detalle la conformación del Área de Ciencias Básicas y Complementarias en el pensum de cada universidad.

Tabla XXXVIII. **Contabilización de los cursos del Área de Ciencias Básicas y Complementarias**

PAÍS	GUA	BRA	MEX	ESP	ARG	URY	CHI	POR	P.R.	COL	VEN	C.R.	BOL	ECU
UNIVERSIDAD	USAC	USP	UNAM	UPV	UNLP	UR	UC	UC	UPR	UNC	UCV	UCR	UMSS	ESPOL
CURSOS DEL ÁREA DE CIENCIAS BÁSICAS Y COMPLEMENTARIAS														
Química	2	1	1	2	1	0	1	0	2	0	1	1	0	1
Matemática	10	7	8	3	5	8	7	5	6	6	9	6	8	6
Estadística y Análisis Probabilístico	2	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Física	5	4	2,5	2	3	5	4	2	2	2	3	3	3	3
Termodinámica	1	1	0,5	1	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0
Mecánica de Fluidos	1	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0
Hidráulica, Máquinas Hidráulicas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Máquinas de Combustión	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Mecánica Estructural	1	1	1	2	1	1	1	0	1	1	1	2	0	0
Resistencia de Estructuras	0	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0
Ciencia de los Materiales	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0
Mecanismos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Procesos de Manufactura	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Biología	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Ecología, Impacto Ambiental	2	1	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1
Gestión de Desastres	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Metrología	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Agrimensura	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Humanística, Ética, Historia	5	0	4	0	8	1	0	0	5	2	2	5	0	0
Desarrollo para el Estudiante	4	0	3	0	0	1	1	0	2	1	1	2	0	1
Lenguaje, Lenguaje Técnico	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Idioma Técnico (Inglés)	4	0	0	1	3	0	2	0	4	4	0	0	0	6
Diseño, Gráficos, CAD	3	2	0	2	1	1	0	1	0	1	0	3	2	2
Computación, Programación	2	2	3	1	1	2	2	4	2	2	1	2	1	1

Continuación de la tabla XXXVIII.

PAÍS	GUA	BRA	MEX	ESP	ARG	URY	CHI	POR	P.R.	COL	VEN	C.R.	BOL	ECU	
UNIVERSIDAD	USAC	USP	UNAM	UPV	UNLP	UR	UC	UC	UPR	UNC	UCV	UCR	UMSS	ESPOL	
CURSOS DEL ÁREA DE CIENCIAS BÁSICAS Y COMPLEMENTARIAS															
Investigación de Operaciones	1	1	0	0	1	0	1	2	0	1	0	0	0	0	
Producción	1	0	1	1		3	1	1	0	0	0	1	0	0	
Economía	0	1	1	0		1	1	0	1	0	0	1	0	1	
Administración, Gerencia.	4	0	3	1		1	2	1	1	1	0	0	0	1	
Contabilidad	1	0	1			0	0		1	1	0	0	0	0	0
Ingeniería Económica	1	0		1		0	0	0	1	1	1	1	1	1	0
Gestión de Proyectos	1	1	2	0		1	1	1	1		1	1	1	0	2
Legislación, Leyes, Derecho	2	1		0		0	1	1	0	0	1	1	0	0	0
Prácticas de Ingeniería	3	3	0	0	1	1	5	1	1	3	2	0	0	1	
Desarrollo Prospectivo de Proyectos	0	2	1	0	0	2	2	1	1	1	0	1	2	1	
Cursos de trabajo de Graduación	1		1	1	1		2	2	0	1	2	1			
Practica Profesional Supervisada		0	0	0		0	0	0	0	0	0	3	0	0	
Cursos Obligatorios de Ciencias Básicas	12	19	14	9	14	11	14	20	8	11	12	13	23	16	
Cursos de CB necesarios para el título	35	32	25	23	21	26	40	20	34	33	26	30	20	28	
Cursos Opcionales de Ciencias Básicas	48	14	19	17	17	20	26	2	26	22	14	19	0	12	
Total de cursos Ciencias Básicas	60	32	33	26	30	31	40	22	34	33	26	32	23	28	

Fuente: elaboración propia.

La tabla XXXIX presenta a detalle la conformación del Área de Electrotecnia en el pensum de cada universidad.

Tabla XXXIX. **Contabilización de los cursos del Área de Electrotecnia**

PAÍS	GUA	BRA	MÉX	ESP	ARG	URY	CHI	POR	P R	COL	VEN	C R	BOL	ECU
UNIVERSIDAD	USAC	USP	UNAM	UPV	UNLP	UR	UC	UC	UPR	UNC	UCV	UCR	UMSS	ESPOL
CURSOS DEL ÁREA DE ELECTROTECNIA														
Electricidad y Electrónica Básica	1	0	0	0	1	0	1	1	0	1	1	1	0	0
Instrumentación Eléctrica	1	0	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0
Fundamentos de Electromagnética	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Electromagnetica	1	1	1	0	1	1	1	2	1	0	0	2	0	0
Circuitos Eléctricos I	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	1
Circuitos Eléctricos II	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	3	1
Modelado de Instalaciones Eléctricas	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	3	0	0
Iluminación	1	0	1	1	0,5	1	0	1	0	0	0	3	0	1
Inst. Eléctricas Baja y Media Tensión	1	1	0	1	0,5	1	0	1	0	1	1	0	2	1
Mantenimiento de Inst. Eléctricas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Cursos Obligatorios de Electrotecnia	6	4	5	3	5,5	5	3	6	5	6	6	7	7	4
Cursos de Electrotecnia para el título	6	4	5	4	5,5	5	3	6	5	6	6	7	7	4
Cursos Opcionales de Electrotecnia	1	0	0	2	0	0	0	2	0	0	0	3	1	0
Total de cursos en área de Electrotecnia	7	4	5	5	5,5	5	3	8	5	6	6	10	8	4

Fuente: elaboración propia.

La tabla XL presenta a detalle la conformación del Área de Electrónica en el pensum de cada universidad.

Tabla XL. **Contabilización de los cursos del Área de Electrónica**

PAÍS	GUA	BRA	MÉX	ESP	ARG	URY	CHI	POR	P R	COL	VEN	C R	BOL	ECU
UNIVERSIDAD	USAC	USP	UNAM	UPV	UNLP	UR	UC	UC	UPR	UNC	UCV	UCR	UMSS	ESPOL
CURSOS DEL ÁREA DE ELECTRÓNICA														
Amplificadores (E2)	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1
Circuitos de Potencia (E4)	0	0.5	1	0	1	1	0	0	0	1	0	1	1	0
Microprocesadores (E5)	1	0	1	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	2
Tipos de Microprocesadores (E6)	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dispositivos Electrónicos (E1)	1	1	2	1	1	0	1	1	1	0	1	1	0	1
Diseño Digital (E3)	1	2	1	1	1	0	1	1	1	1	2	2	1	2
Modulación Digital y Analógica (Com 1)	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0
Modulación de Ruido (Com 2)	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Telecomunicaciones radio, TV (Com 3)	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	2	0
Tratamiento de Señales (Com 4)	0	1	1	0	0	1	2	2	0	2	0	0	0	0
Radio Comunicaciones Terrestres	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Redes Ópticas	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Cursos Obligatorios de Electronica	2	6.5	7	1	3	4	5	7	5	4	6	5	3	6
Cursos de Electronica para el título	2	6.5	7	1	3	4	5	7	5	4	6	5	3	6
Cursos Opcionales de Electronica	4	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	2	0
Total de cursos en área de Electrónica	6	6.5	7	1	3	4	5	8	5	4	6	6	5	6

*E = Electrónica *Com = Comunicaciones

Fuente: elaboración propia.

La tabla XLI presenta a detalle la conformación del Área de Potencia en el pensum de cada universidad.

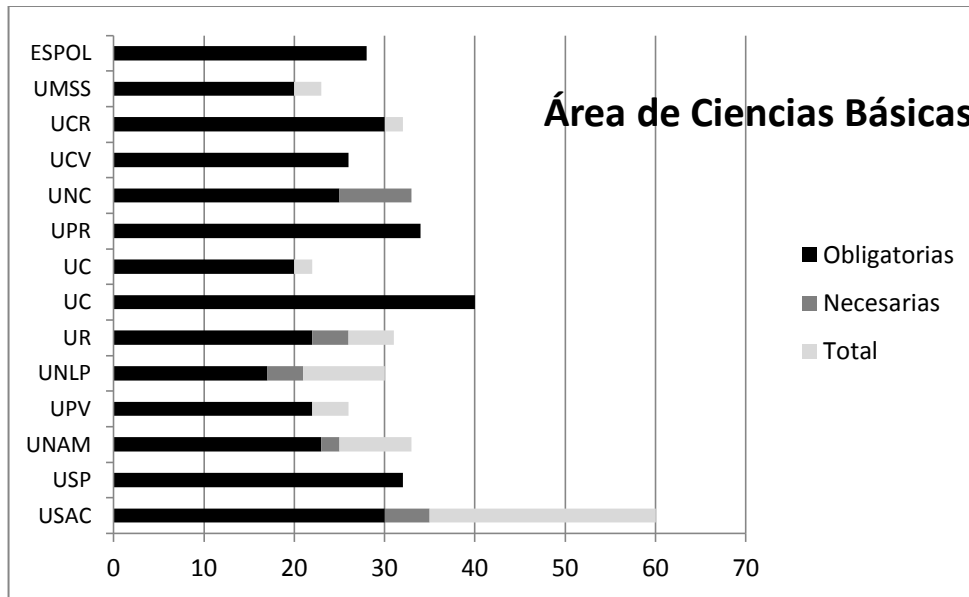
Tabla XLI. **Contabilización de los cursos del Área de Potencia**

PAÍS	GUA	BRA	MÉX	ESP	ARG	URY	CHI	POR	P R	COL	VEN	C R	BOL	ECU
UNIVERSIDAD	USAC	USP	UNAM	UPV	UNLP	UR	UC	UC	UPR	UNC	UCV	UCR	UMSS	ESPOL
CURSOS DEL ÁREA DE POTENCIA														
Fundamentos Máquinas AC/CD	1	2	1	0,5	0	1	2	2	0	2	2	2	4	3
Transformadores	1	0	1	0	1	0	0	1	0	1	1	0	1	0
Máquinas Eléctricas	1	1	0	0,5	1	1	0	1	0	0	0	0	1	0
Accionamiento de Máquinas Electricas	1	1	0	1	0	0	1	2	1	0	0	0	0	0
Automatización Industrial		3,5	1	2	1	1	0	1	0	0	0	1	1	1
Electrónica de Potencia	0	2	1	1	2	1	1	1	1	1	0	0	2	0
Parámetros de Líneas de Transmisión	1	0	0	1	2	2	1	1	1	0	1	2	2	0
Sistemas de Potencia	1	3	2	1	2	2	2	2	1	1	3	4	4	5
Transmisión y Distribución de Electricidad	1	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1	1	1	2
Calidad y Eficiencia de la Electricidad	0	2	0	1	0	0	0	2	0	1	0	0	0	0
Tipos Generación de Electricidad	1	1	1	1	2	0	0	1	1	1	0	0	2	1
Plantas Eléctricas	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Instalaciones Eléctricas Industriales	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	2	0
Aislamiento de Líneas de Transmisión	1	0	0	0	0	1	3	1	0	1	1	0	1	0
Protección de Sistemas de Potencia	1	0	1	0	1,5	1	1	0	1	1	1	1	1	1
Subestaciones	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1
Sistemas de Control	1	1	2	0	1	1	1	4	1	1	1	1	1	1
Aplicación Industrial de la Electricidad	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Electricidad en Medios de Transporte	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
Cursos Obligatorios de Potencia	12	19	11	9	12	8	14	11	8	8	12	11	18	16
Cursos de Potencia para el título	12	19	11	11	14	11	14	11	8	11	12	11	20	16
Cursos Opcionales de Potencia y Control	0	0	3	2	2	3	0	9	0	0	0	2	3	0
Total de cursos del área de Potencia	12	19	14	9	14	11	14	20	8	11	12	13	23	16

Fuente: elaboración propia.

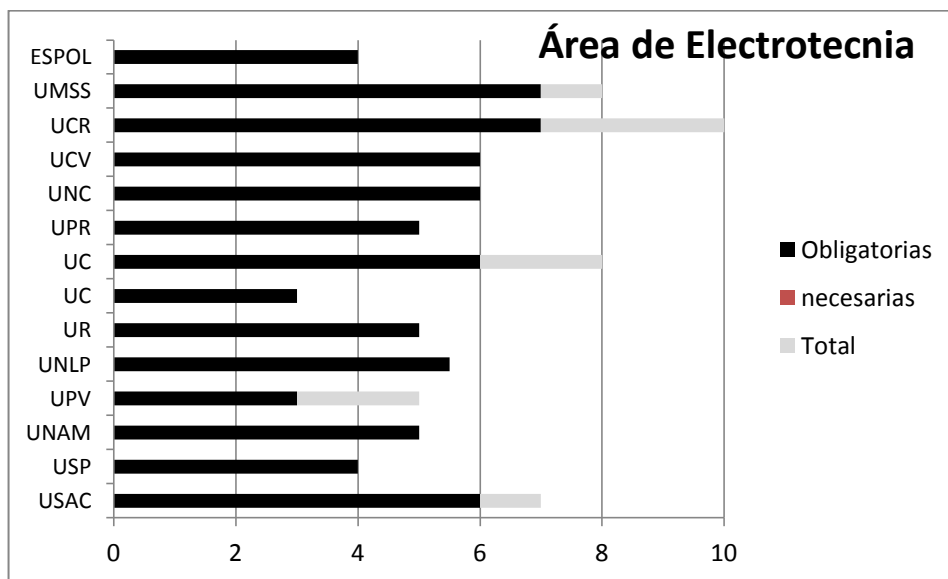
Las figuras 12, 13, 14 y 15 ilustran la comparación de los totales de las tablas XXXVIII, XXXIX, XL y XLI, respectivamente.

Figura 12. Comparación de los cursos del Área de Ciencias Básicas



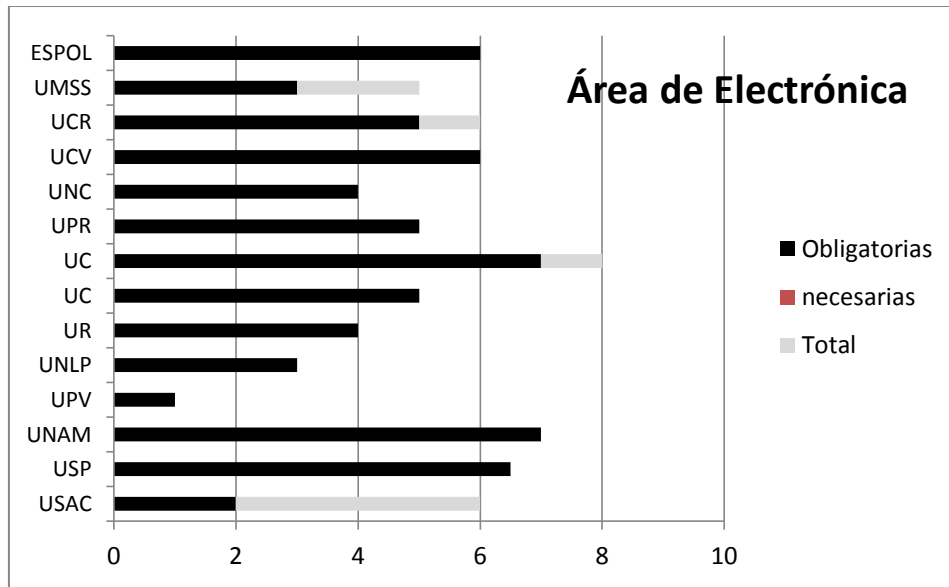
Fuente: elaboración propia.

Figura 13. Comparación de los cursos del Área de Electrotecnia



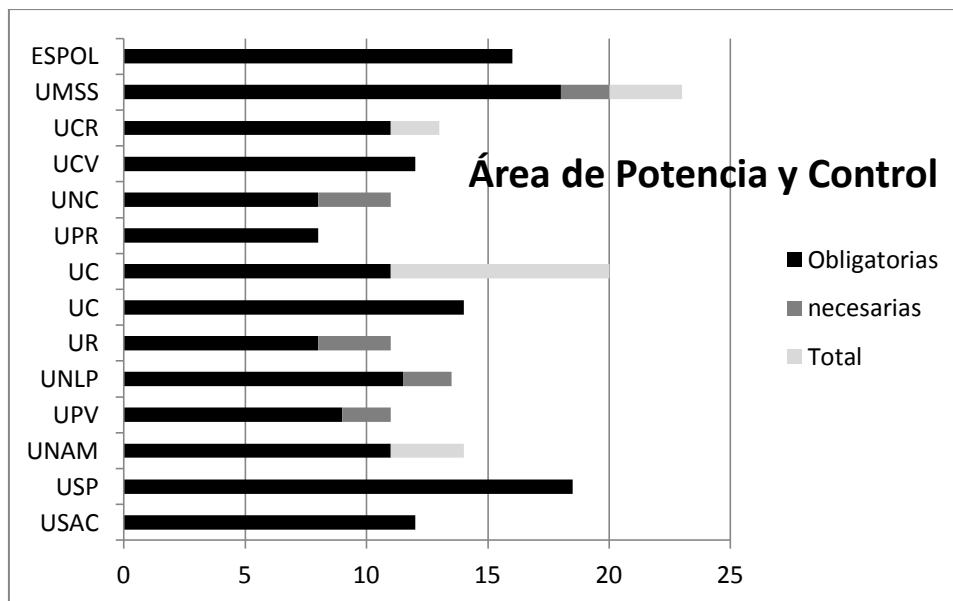
Fuente: elaboración propia.

Figura 14. Comparación de los cursos del Área de Electrónica



Fuente: elaboración propia.

Figura 15. Comparación de los cursos del Área de Potencia y Control



Fuente: elaboración propia.

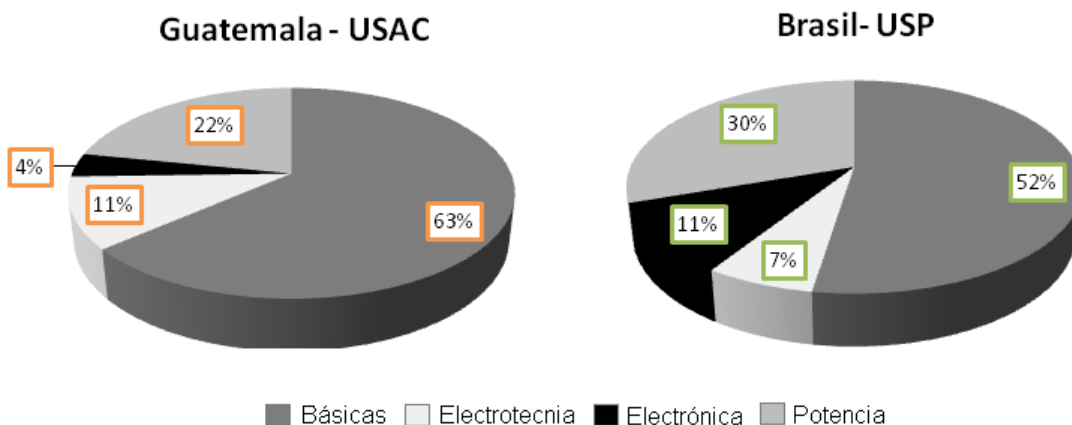
La siguiente tabla muestra la participación que tienen las áreas de la carrera en el pensum y la figura 16 ilustra estos resultados. Los datos no son respecto de la oferta total del pensum, son respecto a los cursos para obtener el título, pues son con éstos con los que finalmente se forman los egresados.

Tabla XLII. **Composición de los planes de estudio**

Universidad	C. Básicas	Electrotecnia	Electrónica	Potencia	Total (100 %)
Guatemala USAC	35 63%	6 11%	2 4%	12 22%	55
Brasil USP	32 52%	4 7%	6,5 11%	18,5 30%	61
México UNAM	25 52%	5 10%	7 15%	11 23%	48
España UPV	23 59%	4 10%	1 3%	11 28%	39
Argentina UNLP	21 46%	5,5 12%	5,5 12%	13,5 30%	45,5
Uruguay UR	26 56%	5 11%	4 9%	11 24%	46
Chile UC	40 64%	3 5%	5 8%	14 23%	62
Portugal UC	20 45%	6 14%	7 16%	11 25%	44
Puerto Rico UPR	34 65%	5 10%	5 10%	8 15%	52
Colombia UNC	33 61%	6 11%	4 8%	11 20%	54
Venezuela UCV	26 52%	6 12%	6 12%	12 24%	50
Costa Rica UCR	30 57%	7 13%	5 9%	11 21%	53
Bolivia UMSS	20 40%	7 14%	3 6%	20 40%	50
Ecuador ESPOL	28 52%	4 7%	6 11%	16 30%	54
MEDIA	28 55%	5 10%	5 10%	13 25%	51

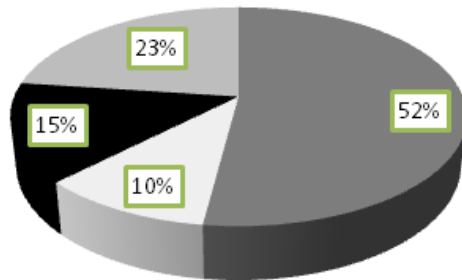
Fuente: elaboración propia.

Figura 16. **Composición de los planes de estudio**

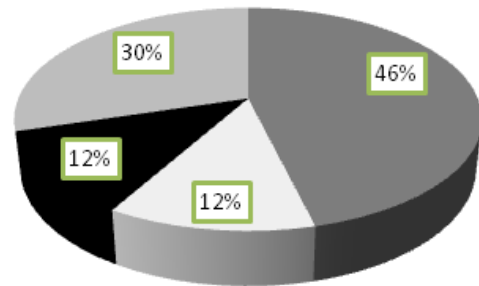


Continuación de la figura 16.

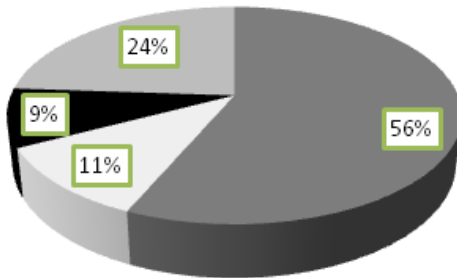
México - UNAM



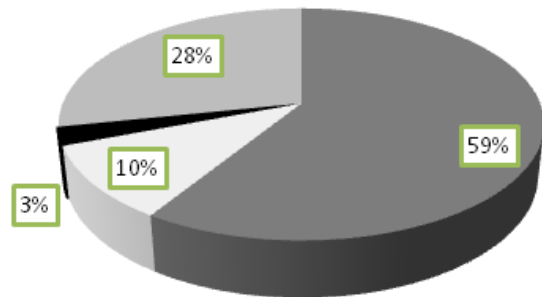
Argentina - UNLP



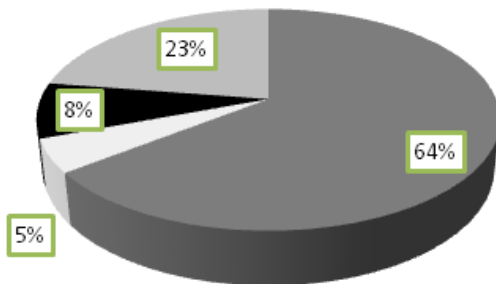
Uruguay - UR



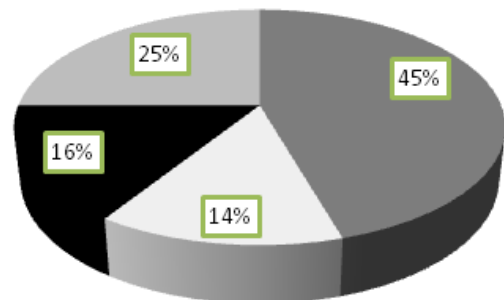
España - UPV



Chile - UC

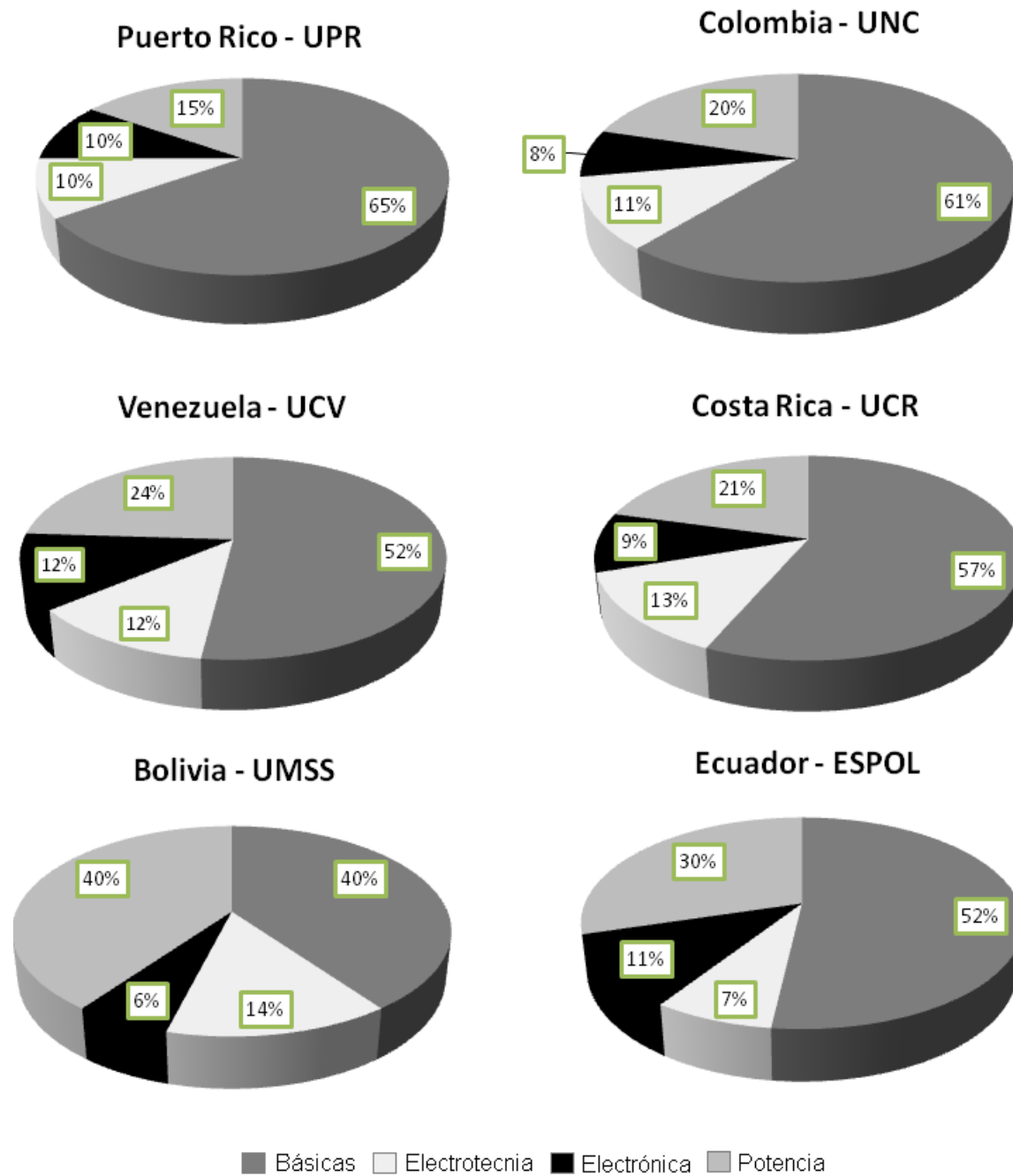


Portugal - UC



■ Básicas ■ Electrotecnia ■ Electrónica ■ Potencia

Continuación de la figura 16.



Fuente: elaboración propia.

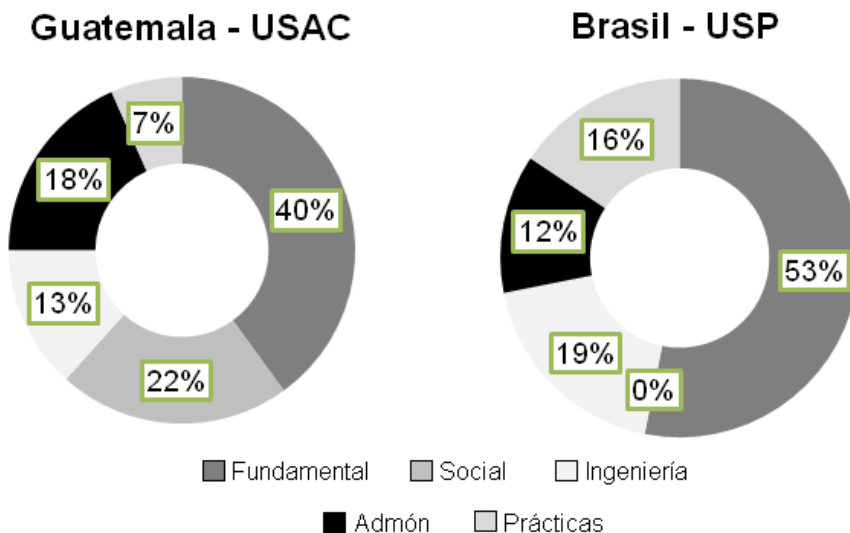
La siguiente tabla hace un resumen de la composición del Área de Ciencias Básicas de las carreras y la figura 17 ilustra estos datos.

Tabla XLIII. **Composición del Área de Ciencias Básicas**

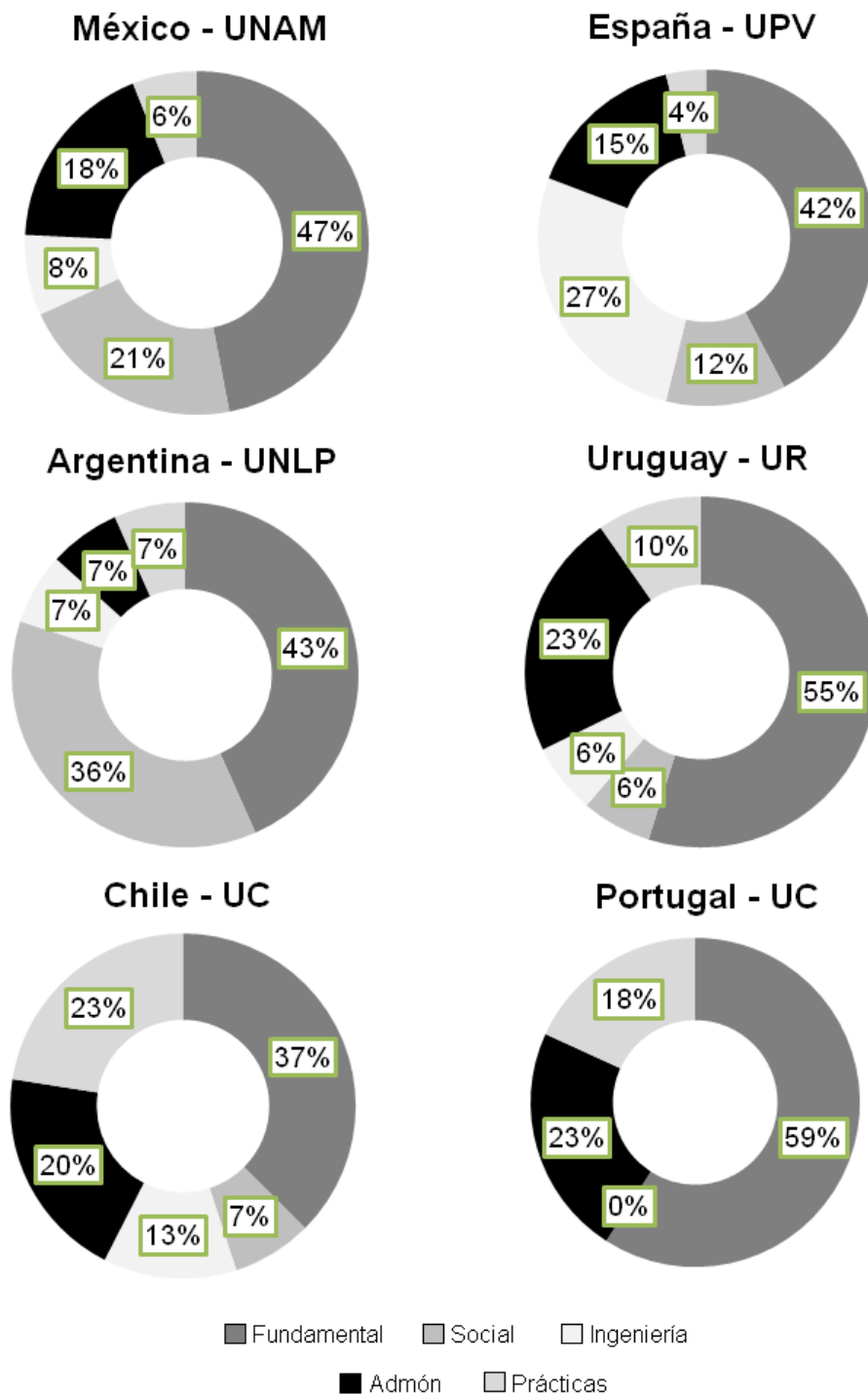
Universidad		Fundamental		Social		Ingeniería		Admon		Practica		Total (100 %)
Guatemala	USAC	24	40%	13	22%	8	13%	11	18%	4	7%	60
Brasil	USP	17	53%	0	0%	6	19%	4	12%	5	16%	32
México	UNAM	15,5	47%	7	21%	2,5	8%	6	18%	2	6%	33
España	UPV	11	42%	3	12%	7	27%	4	15%	1	4%	26
Argentina	UNLP	13	43%	11	36%	2	7%	2	7%	2	7%	30
Uruguay	UR	17	55%	2	6%	2	6%	7	23%	3	10%	31
Chile	UC	15	37%	3	7%	5	13%	8	20%	9	23%	40
Portugal	UC	13	59%	0	0%	0	0%	5	23%	4	18%	22
Puerto Rico	UPR	13	38%	11	32%	3	9%	5	15%	2	6%	34
Colombia	UNC	12	37%	7	21%	4	12%	5	15%	5	15%	33
Venezuela	UCV	15	58%	4	15%	1	4%	2	8%	4	15%	26
Costa Rica	UCR	16	50%	7	22%	4	13%	3	9%	2	6%	32
Bolivia	UMSS	15	65%	0	0%	4	17%	2	9%	2	9%	23
Ecuador	ESPOL	14	50%	7	25%	2	7%	3	11%	2	7%	28
MEDIA		15	48%	5	16%	4	11%	5	14%	3	11%	32

Fuente: elaboración propia.

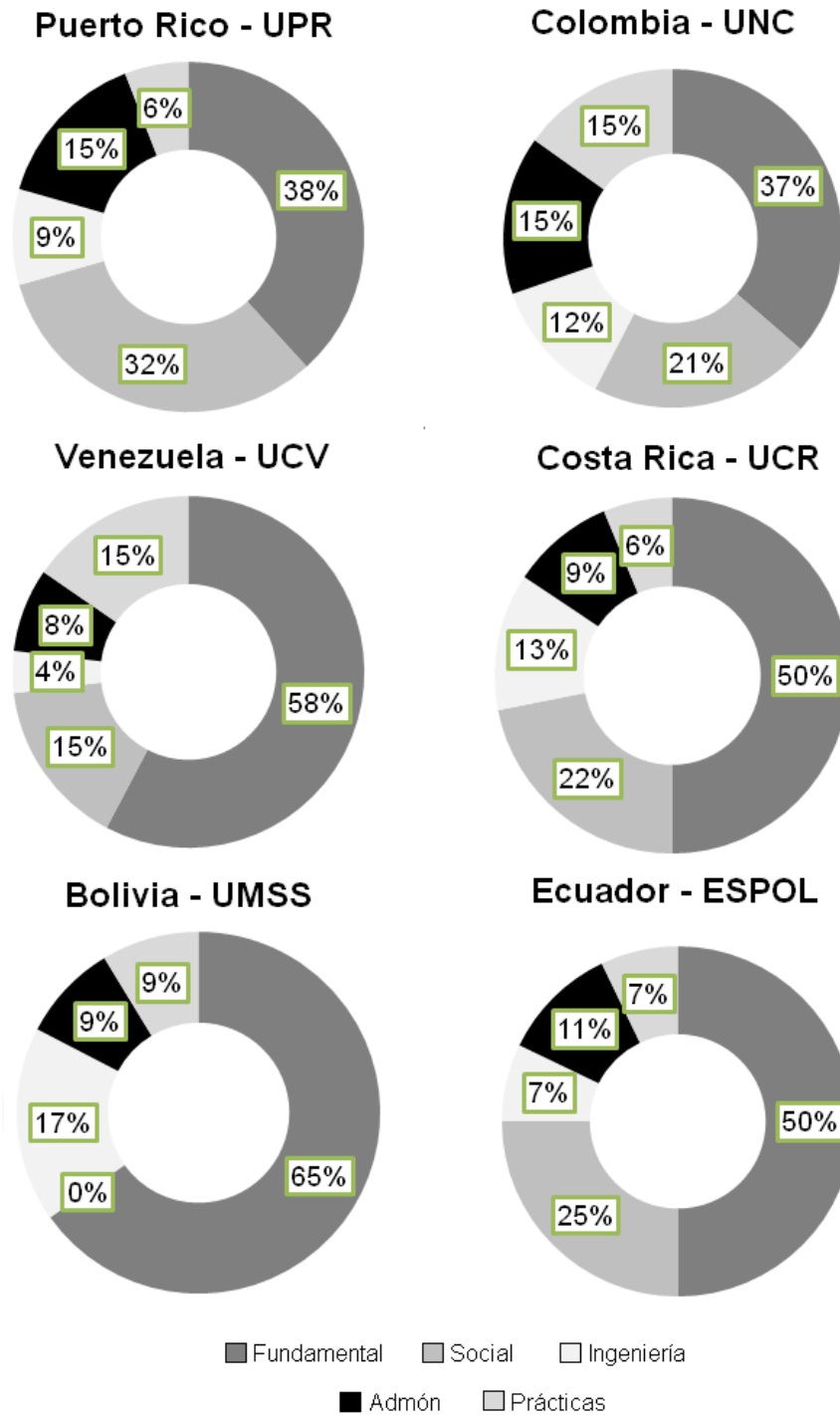
Figura 17. **Composición del Área de Ciencias Básicas**



Continuación de la figura 17.



Continuación de la figura 17.



Fuente: elaboración propia.

- Resultados

El Área de Ciencias Básicas y Complementarias de la Universidad de San Carlos de Guatemala constituye la mayor parte de la carrera con el 63 por ciento de los cursos que deben aprobarse para obtener el título, esto permite al estudiante obtener conocimientos de diferentes áreas que le permitirán desarrollarse como individuo y profesional. Cabe resaltar que solo 35 de los 60 cursos que componen esta área son los que se necesitan para obtener el título por lo que los 25 cursos restantes pueden pasar desapercibidos, así que es recomendable ver cuáles de estos realmente contribuyen a formar las competencias que desean que alcancen los estudiantes y así incluirlos dentro del pensum.

A diferencia de la Universidad de San Carlos de Guatemala las demás universidades dedican, en promedio, un poco más del 50 por ciento de sus planes de estudio a esta área, lo que les permite enfocarse más a conocimientos de potencia y de electrónica. La EIME debería considerar evaluar la posibilidad de fortalecer alguna de estas dos áreas, pero principalmente la de potencia.

El Área de Electrotecnia que es de vital importancia para la comprensión de los cursos del Área de Potencia constituye el 10 por ciento del pensum y es la parte de la carrera que se encuentra más emparejada con la de las demás universidades. Este 10 por ciento equivale a aproximadamente 5 cursos.

En el Área de Electrónica es donde existe la mayor diferencia entre los planes de estudio de todas estas universidades, en esta área la Universidad de San Carlos de Guatemala cuenta con 6 cursos pero solamente 2 de ellos son obligatorios y los otros 4 son de carácter optativo.

Mientras la Universidad de San Carlos de Guatemala dedica al Área de Electrónica únicamente un 4 por ciento de los cursos de la carrera, las demás universidades dedican en promedio un 10 por ciento del plan de estudios a conocimientos de electrónica.

Pero como se mencionó anteriormente, la posible razón de este fenómeno en la Universidad de San Carlos de Guatemala y en las demás universidades con una formación menos profunda en esta área, puede deberse a la existencia de la carrera de Ingeniería Electrónica, si ésta existe en la misma universidad los conocimientos tienden a ser menores y si no existe, los conocimientos tienden a ser más fuertes en el estudiante de Ingeniería Eléctrica. En el caso de la Universidad de San Carlos de Guatemala por la existencia de esta carrera es posible definir mejor el campo de acción de cada una.

El Área de Potencia que es el área de mayor importancia de la carrera constituye el 22 por ciento del pensum, estando emparejada con la mayoría de las universidades. En promedio, en todas las universidades existen 13 cursos dedicados a esta parte de la carrera, pero cabe resaltar que la Universidad de San Carlos de Guatemala a diferencia de la mayoría de éstas, no ofrece algún curso optativo en esta área por lo que la EIME podría considerar la integración de al menos uno dentro del pensum.

Actualmente, el pensum de la carrera de Ingeniería Eléctrica cuenta con 50 cursos obligatorios con un total de 241 créditos y 35 cursos de carácter optativo. La malla curricular se encuentra desordenada en la secuencia longitudinal de los cursos del Área de Potencia y la carga académica no está bien balanceada, lo cual se evidencia principalmente en el séptimo, octavo y el noveno semestre, acentuándose este fenómeno en el noveno semestre.

Los créditos no fueron tomados en cuenta en las comparaciones debido a que cada país y cada universidad maneja una equivalencia de horas de estudio diferente para éstos, además del hecho que hay universidades que no utilizan créditos en sus planes de estudio. Debido a esto, los créditos no constituyen un indicador representativo para hacer una comparación acertada por lo que las horas de estudio fue la variable de comparación para sustituir a los créditos.

El hecho de que pueda existir mayor o menor cantidad de información en otras universidades o que exista o no algún curso, no quiere decir que sean mejores o peores pues como se mencionó anteriormente, cada país tiene una realidad diferente y solo podríamos decir que una universidad tiene el mejor curso, programa o contenidos, no por su cantidad de información o porque tenga contenidos más complejos y avanzados, sino por cómo el plan de estudios responde a la realidad nacional del país y la calidad de las herramientas y conocimientos que con las que provee a los estudiantes, para que éstos den soluciones adecuadas a la realidad que enfrentarán en su campo de trabajo.

4. IMPLEMENTACIÓN DE LOS CONTENIDOS

4.1. Ordenamiento y estandarización de los contenidos a ajustar

En este capítulo se muestran los resultados de las comparaciones presentadas en el capítulo anterior así como las sugerencias de los catedráticos entrevistados. Estas propuestas son para la adición de algún contenido, para el uso de una herramienta de apoyo para la enseñanza o el aprendizaje o para la creación de una práctica de laboratorio con la que aún no se cuenta.

El objeto es presentar esta información a la EIME para que la analice conjuntamente con todos aquellos con injerencia en esta carrera. Ya analizada la información, la EIME decidirá implementar las modificaciones que considere pertinentes y en beneficio de la carrera, reflejándose en los programas de los cursos que imparte. El procedimiento para realizar cualquier tipo de modificación a la carrera es explicado en el siguiente capítulo.

Los resultados se presentan en una tabla para cada curso obligatorio de la carrera de Ingeniería Eléctrica, éstas incluyen una pequeña ficha técnica con los datos de cada curso, tales como los prerrequisitos y pos requisitos, los créditos y las horas semestrales que se dedican al curso tanto en el aula como en el laboratorio.

Debajo de la ficha técnica se presentan los contenidos que solamente son vistos en la EIME y no en las demás universidades, inicialmente, esto tenía el fin de determinar si existía en el programa algún tema obsoleto o sin relevancia, pero finalmente se concluyó que no hay contenidos con estas características.

Pero también puede utilizarse esta información para ver alguna diferencia específica que se incluye en los programas de la EIME.

Debajo de esta sección de la tabla se muestra la propuesta de algún contenido con la suficiente importancia para considerar su integración al programa actual de curso. Estas propuestas fueron obtenidas de los programas de las demás universidades y fueron propuestas por el catedrático de curso. Esta sección tiene el fin de mostrar si existe la posibilidad de enriquecer el curso con algo verdaderamente importante, pues la adición de un contenido es difícil debido a cuestiones de tiempo. Estas propuestas pueden utilizarse posteriormente para cuando exista la posibilidad de crear un nuevo curso al pensum actual de la carrera.

Luego se muestran todos aquellos contenidos, que a criterio del ingeniero entrevistado, pueden ser mejorados o profundizados. Debajo de esta sección se muestran los contenidos que pudieran ser reubicados en el pre o en el pos requisito del curso. Ambas secciones tienen el fin de hacer alguna modificación sin tener que adicionar más contenidos y también tienen el objeto de establecer bien el contenido de cada curso y señalar alguna deficiencia presente en el pre o pos requisito, para que los catedráticos lo puedan analizar y solventar conjuntamente. Como es de suponer, no todos los cursos tienen alguna modificación para realizar o algún contenido para añadir o reajustar.

Y finalmente en la última sección de la tabla se muestra la bibliografía que puede utilizarse para la propuesta de contenidos a incluirse o en el caso que no existan contenidos a añadirse, se muestra la bibliografía principal utilizada por las demás universidades.

4.1.1. Cursos del Área de Ciencias Básicas y Complementarias

Luego de haber comparado los programas de los cursos de Introducción a la Programación de Computadoras 1 y Lenguajes de Programación Aplicados a Ingeniería Eléctrica de la Universidad de San Carlos de Guatemala con sus equivalentes en las otras universidades, a continuación se presentan los resultados obtenidos en las siguientes tablas. Los resultados de esta sección fueron obtenidos con la colaboración del catedrático y coordinador de los cursos de programación de la EIME y de la coordinadora del proceso de acreditación de la carrera de Ingeniería Eléctrica.

4.1.1.1. Introducción a la Programación de Computadoras 1 (código 769)

La tabla XLIV presenta las propuestas de modificaciones y de contenidos nuevos que fueron establecidos luego de la revisión y comparación del programa del curso Introducción a la Programación de Computadoras 1.

Tabla XLIV **Resultados de Introducción a la Programación de Computadoras 1**

Prerrequisito: Matemática Básica 1 y 17 créditos.				
Pos requisito: Lenguajes de Programación Aplicados a Ingeniería Eléctrica.				
Semestre: 2	Créditos: 4	Hrs. clase: 26.67	Horas lab.: 13.33	Total hrs.: 40
Contenidos de la USAC no vistos por las demás universidades.				
8. Conversión de tipos: <i>casting, static cast, const cast.</i>				
10. Manipulación del puerto serial y paralelo: inicializar puerto, abrir puerto, escribir a puerto, leer a puerto y cerrar puerto.				
Propuesta de contenidos.				
No existen contenidos que pudieran agregarse al curso porque los contenidos actuales cumplen satisfactoriamente con el objetivo del curso, el cual es introducir a los estudiantes a la programación de computadoras y darles la base para el siguiente curso de programación.				
Contenidos a mejorar, actualizar o profundizar.				
Se agregará a los contenidos del curso una unidad de modelamiento y simulación para aprender el uso del programa MATLAB, el cual tiene diversas herramientas con aplicaciones útiles y de interés para las carreras de Ingeniería Eléctrica y Electrónica.				
Este curso se trasladará al quinto semestre y tendrá como nuevo requisito al curso de Estadística 1, con el fin de que los estudiantes entren al curso con más conocimientos del área común y tratar de reducir la cantidad de alumnos para atenderlos mejor.				
Contenidos a reubicar.				
No existen contenidos a reubicarse en el pos requisito.				
Bibliografía sugerida para MATLAB.				
<ul style="list-style-type: none"> • SIGMON, K. <i>Introducción a MATLAB</i>. Florida: University of Florida, 1992. • PÉREZ, César. <i>MATLAB y sus aplicaciones en las Ciencias y la Ingeniería</i>. Madrid: Prentice Hall, 2002. • INFANTE DEL RÍO, J. A.; REY CABEZAS, J. M. <i>Métodos numéricos – Teoría, problemas y prácticas con MATLAB</i>. Madrid: 2a ed. Pirámide. 2002. 				

Fuente: elaboración propia.

4.1.1.2. **Lenguajes de Programación Aplicados a la Ingeniería Eléctrica (código 991)**

La tabla XLV presenta las propuestas de modificaciones y contenidos nuevos que fueron establecidos luego de la revisión y comparación del curso Lenguajes de Programación Aplicados a la Ingeniería Eléctrica.

Tabla XLV. **Resultados de Lenguajes de Programación Aplicados a la Ingeniería Eléctrica**

Prerrequisito: Introducción a la Programación de Computadoras 1.				
Pos requisito: Investigación de Operaciones 1 (Optativa).				
Semestre: 3	Créditos: 3	Hrs. clase: 40	Horas lab.: 0	Total hrs.: 40
Contenidos de la USAC no vistos por las demás universidades.				
Como se mencionó en la sección anterior, no existe un equivalente de este curso en alguna de las universidades con las que se realizaron las comparaciones.				
Propuesta de contenidos.				
No existen contenidos de otras universidades para integrar.				
Contenidos a mejorar, actualizar o profundizar.				
Existe la posibilidad de agregar a los contenidos actuales tópicos relacionados a la programación de microprocesadores.				
Debido a que el curso de Introducción a la Programación de Computadoras 1 se trasladará al quinto semestre, este curso se trasladará al sexto semestre.				
Contenidos a reubicar.				
No existen contenidos a reubicarse en el pre o pos requisito.				
Bibliografía sugerida para microprocesadores.				
<ul style="list-style-type: none"> • BARNETT, R. H. <i>Embedded C Programming And The Atmel AVR</i>. 2a ed. 2006. • CHASSAING, Rulph. <i>Dsp Applications Using C and the Tms320C6X Dsk</i>. U.S.A.: ed. John Wiley & Sons, 2002. 				

Fuente: elaboración propia.

4.1.2. **Contenidos del Área de Potencia y Control**

Luego de comparar los programas del Área de Potencia de la Universidad de San Carlos de Guatemala con sus equivalentes en las otras universidades, a continuación se presentan los resultados obtenidos en las siguientes tablas.

4.1.2.1. **Líneas de Transmisión (código 218)**

La tabla XLVI presenta las propuestas de modificaciones y de contenidos nuevos que fueron establecidos luego de la revisión y comparación del programa del curso Líneas de Transmisión.

Tabla XLVI. **Resultados de Líneas de Transmisión**

Prerrequisito: Circuitos Eléctricos 1 y Teoría Electromagnética 1.				
Pos requisito: Transmisión y Distribución, Análisis de Sistemas de Potencia 1 y Subestaciones.				
Semestre: 7	Créditos: 5	Hrs. clase: 40	Horas lab.: 0	Total hrs.: 40
Contenidos de la USAC no vistos por las demás universidades.				
Uso de la carta de Smith y su aplicación.				
Propuesta de contenidos.				
1. Características eléctricas de los cables subterráneos. Cables subterráneos, descripción de los distintos tipos de cables subterráneos. Parámetros de cables subterráneos. Resistencia, inductancia y capacitancia. Tensiones inducidas y corrientes circulantes en los forros metálicos. Resistencia de aislamiento y factor de potencia en el dieléctrico. Normatividad aplicable a la construcción de cables subterráneos.				
Contenidos a mejorar, actualizar o profundizar.				
1. Características eléctricas de las líneas de transmisión aéreas: el efecto corona, aplicación de la computadora al cálculo de los parámetros de las líneas y la normatividad aplicable a la construcción de líneas de transmisión.				
Contenidos a reubicar.				
No existen contenidos a ser reubicados.				
Herramienta o programa de apoyo para uso en el curso.				
Uso de MATLAB para el cálculo de parámetros de líneas de energía.				
Bibliografía sugerida para la propuesta de contenidos.				
<ul style="list-style-type: none"> • GRAINGER, J.J.; STEVENSON, W.D. <i>Análisis de Sistemas de Potencia</i>. México: McGraw-Hill, 1996. • VIQUEIRA L., Jacinto. <i>Redes Eléctricas 1</i>. México, D.F: Facultad de Ingeniería, UNAM, 2005. 				

Fuente: elaboración propia.

4.1.2.2. **Conversión de Energía Electromecánica 1 (código 212)**

La tabla XLVII presenta las propuestas de modificaciones y de contenidos nuevos que fueron establecidos luego de la revisión y comparación del programa del curso Conversión de Energía Electromecánica 1.

Tabla XLVII. **Resultados de Conversión de Energía Electromecánica 1**

Prerrequisito: Circuitos Eléctricos 1 y Teoría Electromagnética 1.				
Pos requisito: Conversión de Energía Electromecánica 2, Máquinas Eléctricas, Sistemas de Control 1 y Transmisión y Distribución.				
Semestre: 7	Créditos: 5	Hrs. clase: 53.33	Horas lab.: 26.67	Total hrs.: 80
Contenidos de la USAC no vistos por las demás universidades.				
1. Circuitos magnéticos no lineales. Pérdidas por histéresis y armónicas. Componentes simétricas para análisis armónico y desbalances.				
2. Balance energético. Fuerza mecánica y energía. Función de estado Coenergía.				
Propuesta de contenidos.				
No existe algún contenido relevante en los programas de las otras universidades para ser considerada su integración al curso.				
Contenidos a mejorar, actualizar o profundizar.				
De momento no existe algún contenido que pudiera ser sujeto de un reajuste.				
Contenidos a reubicar.				
La reubicación de contenidos sería posible si el actual curso de Máquinas Eléctricas (214) se divide en dos cursos, Máquinas Eléctricas 1 dónde se enfocaría el estudio de la máquina síncrona en régimen permanente y transitorio y Máquinas Eléctricas 2 dónde se estudiaría la máquina de corriente continua y la máquina de inducción en régimen permanente y transitorio.				
Herramienta o programa de apoyo para uso en el curso.				
Actualmente las calculadoras son suficientes para las necesidades del curso.				
Bibliografía utilizada por las demás universidades.				
<ul style="list-style-type: none"> • FALCONE, Aurio Gilberto, <i>Electromecánica</i>. Brasil: Edgar Blucher, 2000 • FITZGERALD; KINGLEY; KUSKO. <i>Electrical Machinery</i>. México: McGraw-Hill, 2004. • FRAILE MORA, Jesús. <i>Máquinas Eléctricas</i>. 6a ed. McGraw-Hill, 2008. • MATSCH, Leander W. <i>Máquinas Electromagnéticas y Electromecánicas</i>. México: Alfaomega, 1972. 				

Fuente: elaboración propia.

4.1.2.3. Transmisión y Distribución (código 219)

La tabla XLVIII presenta las propuestas de modificaciones y de contenidos nuevos que fueron establecidos luego de la revisión y comparación del programa del curso Transmisión y Distribución.

Tabla XLVIII. **Resultados de Transmisión y Distribución**

Prerrequisito: Mecánica Analítica 1, Líneas de Transmisión y Conversión de Energía Electromecánica 1.				
Pos requisito: ninguno.				
Semestre: 8	Créditos: 5	Hrs. clase: 40	Horas lab.: 13.33	Total hrs.: 53.33
Contenidos de la USAC no vistos por las demás universidades.				
Ninguno, todos los temas son abarcados por las otras universidades.				
Propuesta de contenidos.				
<ol style="list-style-type: none"> Aspectos de Planificación: consideraciones del impacto ambiental durante el diseño eléctrico y mecánico de los proyectos. Cables subterráneos en redes de distribución: características de cables. Tipo de conductores, aislamientos, pantallas, cubiertas protectoras. Esfuerzos electrostáticos en cables aislados. Capacitancia. Tensiones inducidas en pantallas. Resistencia térmica del aislamiento. Cálculo de la capacidad de conducción de un cable. Comportamiento de un cable en pico de carga y en corto circuito. Uniones y terminales. Instalación de cables. Localización de fallas. Normatividad aplicable a los cables subterráneos. 				
Contenidos a mejorar, actualizar o profundizar.				
Profundización en el conocimiento de las normativas vigentes de la CNEE y regulación técnica del Administrador de Mercado Mayorista (AMM).				
Contenidos a reubicar.				
No existen contenidos a reubicar.				
Herramienta o programa de apoyo para uso en el curso.				
Uso de MATLAB para el cálculo de fallas en líneas de distribución.				
Bibliografía sugerida para la propuesta de contenidos.				
<ul style="list-style-type: none"> Edison Electric Institute. <i>Underground Systems; Reference Book</i>. U.S.A: 1980. ESPINOZA Y LARA, Roberto. <i>Sistemas de Distribución</i>. México: Noriega Limusa, 1990. CNEE. Normas técnicas de acceso y uso de la capacidad de transporte (NTAUCT). Resolución CNEE no.- 33-98. Guatemala: 1998. 				

Fuente: elaboración propia.

4.1.2.4. **Sistemas de Control 1 (código 236)**

La tabla XLIX presenta las propuestas de modificaciones y de contenidos nuevos que fueron establecidos luego de la revisión y comparación del programa del curso Sistemas de Control 1.

Tabla XLIX. **Resultados de Sistemas de Control 1**

Prerrequisito: Conversión Electromecánica de Energía 1 y Electrónica 1.				
Pos requisito: Sistemas de Generación.				
Semestre: 8	Créditos: 6	Hrs. clase: 40	Horas lab.: 13.33	Total hrs.: 53.33
Contenidos de la USAC no vistos por las demás universidades.				
Únicamente el apartado 7 del programa, los servomecanismos.				
Propuesta de contenidos.				
<p>1. Modelado de sistemas hidráulicos y térmicos: representación de sistemas hidráulicos y térmicos mediante ecuaciones diferenciales y función de transferencia. Modelado de sistemas híbridos Leyes de elementos. Ecuaciones de equilibrio. Representación de sistemas híbridos mediante ecuaciones diferenciales y función de transferencia. Enfoque energético en el modelado de sistemas físicos. Ecuaciones de Euler-Lagrange. Gráficas de enlace (Bond Graphs).</p>				
<p>2. Representación de los sistemas físicos: introducción a la simulación.</p>				
Contenidos a mejorar, actualizar o profundizar.				
Aunque el curso está bien como base para un curso más avanzado, sería importante el aprendizaje del uso de herramientas de <i>software</i> para comprender mejor el funcionamiento de los sistemas físicos mediante la representación simulada de un <i>software</i> . Aunque no se aplica a ningún tema en la actualidad, sería relevante dar una introducción de ello.				
Contenidos a reubicar.				
Para la carrera de Ingeniería Eléctrica los contenidos están bien actualmente.				
Herramienta o programa de apoyo para uso en el curso.				
Uso de <i>software</i> como MATLAB / Simulink o Scilab / Xcos para la resolución de matrices y diagramas de flujo.				
Bibliografía sugerida para la propuesta de contenidos.				
<ul style="list-style-type: none"> • RODRÍGUEZ RAMÍREZ, F. <i>Dinámica de sistemas</i>. México: Trillas, 1994. • OGATA, K. <i>Dinámica de sistemas</i>. México: Pearson, 1988. 				

Fuente: elaboración propia.

4.1.2.5. **Conversión de Energía Electromecánica 2 (código 213)**

La tabla L presenta las propuestas de modificaciones y de contenidos nuevos que fueron establecidos luego de la revisión y comparación del programa Conversión de Energía Electromecánica 2.

Tabla L. **Resultados de Conversión de Energía Electromecánica 2**

Prerrequisito: Conversión Electromecánica de Energía 1.				
Pos requisito: Alta Tensión, Análisis de Sistemas de Potencia y Subestaciones.				
Semestre: 8	Créditos: 5	Hrs. clase: 40	Horas lab.: 0	Total hrs.: 40
Contenidos de la USAC no vistos por las demás universidades.				
Ninguno, todos los temas son abarcados por las demás universidades.				
Propuesta de contenidos.				
No existe algún contenido para integrarlo al curso, pues todos son abarcados en la USAC.				
Contenidos a mejorar, actualizar o profundizar.				
Debido a que actualmente el curso no cuenta con un laboratorio, se propone la creación del mismo con el suficiente espacio y materiales para atender adecuadamente a los estudiantes. Este laboratorio buscaría reforzar los contenidos vistos en clase y el empleo de <i>software</i> tanto para la enseñanza como aprendizaje.				
Contenidos a reubicar.				
No existe ningún contenido a reubicar.				
Herramienta o programa de apoyo para uso en el curso.				
Uso de un <i>software</i> que emplee el análisis de controles, tales como los programas MATLAB, LABVIEW u OCTAVE.				
Bibliografía utilizada por las demás universidades.				
<ul style="list-style-type: none"> • FALCONE, Aurio Gilberto. <i>Electromecánica</i>. Brasil: Editora Edgar Blucher, 2000. • FITZGERALD; KINGLEY; KUSKO, <i>Electrical Machinery</i>. México: McGraw Hill, 2004. • FRAILE MORA, Jesús. <i>Máquinas Eléctricas</i>. 6a. ed. Madrid: McGraw-Hill, 2008. • SANJURJO NAVARRO, Rafael. <i>Máquinas Eléctricas</i>. Madrid: McGraw-Hill, 2000. 				

Fuente: elaboración propia.

4.1.2.6. Máquinas Eléctricas (código 214)

La tabla LI presenta las propuestas de modificaciones y de contenidos nuevos que fueron establecidos luego de la revisión y comparación del programa de Máquinas Eléctricas.

Tabla LI. **Resultados de Máquinas Eléctricas**

Prerrequisito: Conversión de Energía Electromecánica 1 y Circuitos Eléctricos 2.				
Pos requisito: Análisis de Sistemas de Potencia 1, Alta Tensión, Automatización Industrial, Subestaciones e Instalaciones Eléctricas.				
Semestre: 8	Créditos: 6	Hrs. clase: 40	Horas lab.: 26.67	Total hrs.: 66.67
Contenidos de la USAC no vistos por las demás universidades.				
Ninguno, todos los temas son abarcados por las demás universidades.				
Propuesta de contenidos.				
<p>1. Transformaciones. Generalidades sobre las transformaciones. Componentes simétricas y relativas. Condiciones impuestas a las matrices de transformación. Diagonalización de matrices simétricas y circulantes: transformaciones de Fortescue, Clarke y Concordia. Transformación de Park original y normalizada. Interpretación de las transformaciones Concordia y Park.</p> <p>2. Máquinas sincrónicas en ecuaciones transformadas. Simplificación de las ecuaciones de la MS de polos salientes aplicando transformación de Park normalizada. Ecuaciones de MS en notación operacional. Aplicación de transformación de Park original. Ecuaciones e impedancias operacionales. Reactancias y constantes de tiempo (sincrónica, transitoria y subtransitoria).</p>				
Contenidos a mejorar, actualizar o profundizar.				
No existen contenidos que pudieran tener un reajuste en este momento, además, los contenidos anteriormente propuestos no podrían ser añadidos al curso pues son lo suficientemente extensos como para crear un curso nuevo.				
Contenidos a reubicar.				
La reubicación que se propone es que el contenido actual de este curso se divida en dos cursos, Máquinas Eléctricas 1 dónde se enfocaría el estudio de la máquina síncrona en régimen permanente y transitorio y Máquinas Eléctricas 2 dónde se estudiaría la máquina de corriente continua y la máquina de inducción en régimen permanente y transitorio.				
Herramienta o programa de apoyo para uso en el curso.				
MATLAB, LABVIEW u OCTAVE.				
Bibliografía sugerida para la propuesta de contenidos.				
<ul style="list-style-type: none"> • GRAY, C. <i>Máquinas Eléctricas y Sistemas Accionadores</i>. México: Alfaomega, 1993. • FITZGERALD, A.E.; KINGSLEY, C.; KUSKO, A. <i>Teoría y Análisis de las Máquinas Eléctricas</i>. Barcelona: Hispano Europea, 1975. 				

Fuente: elaboración propia.

4.1.2.7. Análisis de Sistemas de Potencia 1 (código 220)

La tabla LII presenta las propuestas de modificaciones y de contenidos nuevos que fueron establecidos luego de la revisión y comparación del programa del curso Análisis de Sistemas de Potencia 1.

Tabla LII. Resultados de Análisis de Sistemas de Potencia 1

Prerrequisito: Conversión de Energía Electromecánica 2, Máquinas Eléctricas y Líneas de Transmisión.				
Pos requisito: Protección de Sistemas de Potencia 1, Sistemas de Generación.				
Semestre: 9	Créditos: 5	Hrs. clase: 40	Horas lab.: 32	Total hrs.: 72
Contenidos de la USAC no vistos por las demás universidades.				
Ninguno, todos los contenidos son abarcados en las demás universidades estudiadas.				
Propuesta de contenidos.				
No existe algún contenido relevante para añadirse al curso.				
Contenidos a mejorar, actualizar o profundizar.				
No existen contenidos a modificar pero es deseable que los estudiantes mejoren en la resolución de sistemas matriciales.				
Contenidos a reubicar.				
Ninguno, todos los contenidos están bien ubicados dentro del curso.				
Herramienta o programa de apoyo para uso en el curso.				
El <i>software</i> actualmente utilizado está bien.				
Bibliografía utilizada por las demás universidades.				
<ul style="list-style-type: none"> GRAINGER, J.J.; STEVENSON, W.D. <i>Análisis de Sistemas de Potencia</i>. México: McGraw-Hill, 1996. 				

Fuente: elaboración propia.

4.1.2.8. Alta Tensión (código 224)

La tabla LIII presenta las propuestas de modificaciones y de contenidos nuevos que fueron establecidos luego de la revisión y comparación del programa del curso Alta Tensión.

Tabla LIII. **Resultados de Alta Tensión**

Prerrequisito: Conversión de Energía Electromecánica 2, Máquinas Eléctricas.				
Pos requisito: ninguno.				
Semestre: 8	Créditos: 5	Hrs. clase: 40	Horas lab.: 0	Total hrs.: 40
Contenidos de la USAC no vistos por las demás universidades.				
Ninguno, todos los contenidos son abarcados por las demás universidades estudiadas.				
Propuesta de contenidos.				
No existen contenidos en los programas de las demás universidades que pudieran ser añadidos este curso pues todos los temas son abordados actualmente.				
Contenidos a mejorar, actualizar o profundizar.				
Los contenidos del curso podrían ser mejorados si se crea una práctica de laboratorio que inicialmente podría empezar a impartirse de manera virtual.				
Contenidos a reubicar.				
No existen contenidos a reubicar en el prerrequisito.				
Herramienta o programa de apoyo para uso en el curso.				
Uso del programa ATP/EMTP para modelado y simulación matemática de sistemas eléctricos, mecánicos y de control monofásico y polifásico.				
Bibliografía utilizada por las demás universidades.				
<ul style="list-style-type: none"> • KIND, D. <i>An introduction to high-voltage experimental technique</i>. Vieweg: Braunschweig, 1978. 				

Fuente: elaboración propia.

4.1.2.9. **Sistemas de Generación (código 221)**

La tabla LIV presenta las propuestas de modificaciones y de contenidos nuevos que fueron establecidos luego de la revisión y comparación del programa del curso Sistemas de Generación.

Tabla LIV. **Resultados de Sistemas de Generación**

Prerrequisito: Análisis de Sistemas de Potencia 1 y Sistemas de Control 1.				
Pos requisito: ninguno.				
Semestre: 10	Créditos: 5	Hrs. clase: 40	Horas lab.: 0	Total hrs.: 40
Contenidos de la USAC no vistos por las demás universidades.				
Ninguno, todos los contenidos son abarcados en las demás universidades estudiadas.				
Propuesta de contenidos.				
No existe algún contenido relevante para añadirse al curso.				
Contenidos a mejorar, actualizar o profundizar.				
No existen contenidos a modificar pero es deseable que los estudiantes mejoren en la resolución de sistemas matriciales.				
Contenidos a reubicar.				
Ninguno, todos los contenidos están bien ubicados dentro del curso.				
Herramienta o programa de apoyo para uso en el curso.				
Uso de la aplicación PSAT de MATLAB o un programa similar para el cálculo del flujo de carga y el cálculo del despacho económico de energía eléctrica.				
Bibliografía utilizada por las demás universidades.				
<ul style="list-style-type: none"> • REIS, L. B. <i>Gerção de Energia Elétrica</i>. São Paulo: Tec-Art Editora, 2000. • SANZ FEITO, J. <i>Centrales Eléctricas</i>. Madrid: Universidad Politécnica, E. T. 5. 1. 1, 1993. • BUCHHOLD, T.; HAPPOLDT, H. <i>Centrales y Redes eléctricas</i>. 1a. ed. Labor, 1970. 				

Fuente: elaboración propia.

4.1.2.10. **Automatización Industrial (código 238)**

La tabla LV presenta las propuestas de modificaciones y de contenidos nuevos que fueron establecidos luego de la revisión y comparación del programa del curso Automatización Industrial.

Tabla LV. **Resultados de Automatización Industrial**

Prerrequisito: Máquinas Eléctricas.				
Pos requisito: ninguno.				
Semestre: 10	Créditos: 6	Hrs. clase: 53.33	Horas lab.: 26.67	Total hrs.: 80
Contenidos de la USAC no vistos por las demás universidades.				
Ninguno, todos los contenidos son abarcados por las demás universidades.				
Propuesta de contenidos.				
No existen contenidos para ser integrados al curso debido a que en las demás universidades se ven tópicos más avanzados a los vistos por este curso, por lo que en este momento no tienen mayor relevancia pues no tienen una aplicación en la realidad nacional de Guatemala.				
Contenidos a mejorar, actualizar o profundizar.				
Es deseable que los estudiantes refuercen sus conocimientos sobre máquinas eléctricas pues presentan dificultades en la asimilación de algunos contenidos relacionados a éstas.				
Contenidos a reubicar.				
No existen contenidos a ser reubicados en el prerrequisito.				
Herramienta o programa de apoyo para uso en el curso.				
Las herramientas actualmente utilizadas son suficientes para el objeto del curso.				
Bibliografía utilizada por las demás universidades.				
<ul style="list-style-type: none"> • MORAES, C.C.; CASTRUCCI P.L. <i>Engenharia de Automação Industrial</i>. Rio de Janeiro: editora LTC, 2007. • BALCELLS; ROMERAL. <i>Autómatas Programables</i>. Marcombo: Alfaomega, 1997. • OGATA Katsuhiko. <i>Ingeniería de Control Moderna</i>. 4a. ed. Madrid: Pearson. Prentice Hall, 2003. 				

Fuente: elaboración propia.

4.1.2.11. **Subestaciones (código 216)**

La tabla LVI presenta las propuestas de modificaciones y de contenidos nuevos que fueron establecidos luego de la revisión y comparación del programa del curso Subestaciones.

Tabla LVI. **Resultados de Subestaciones**

Prerrequisito: Conversión de Energía Electromecánica 2, Máquinas Eléctricas y Líneas de Transmisión.				
Pos requisito: ninguno.				
Semestre: 10	Créditos: 5	Hrs. clase: 53.33	Horas lab.: 0	Total hrs.: 53.33
Contenidos de la USAC no vistos por las demás universidades.				
Ninguno, todos los contenidos son abarcados por las demás universidades.				
Propuesta de contenidos.				
<ol style="list-style-type: none"> 1. Clasificación de Centros de Transformación. Sistema y centros de transformación. Diseño de un centro de transformación en caseta y en intemperie. 2. Equipo de barras colectoras, diseño y materiales. Consideraciones generales, cargas estáticas y dinámicas que actúan sobre las barras de una SE, factores principales y secundarios para el diseño de las barras colectoras. Efectos térmicos, vibraciones, corrosión y salinidad. Métodos de cálculo y materiales de las barras colectoras. Cálculo de distancias de fase a tierra y entre fases. Selección de materiales, barras colectoras en gas, barras de fase aislada. 3. Cables aislados e Instalaciones auxiliares. Accesorios para cables. Aspectos normativos. Servicios y cableado auxiliar para protección. Señalización y mando. 4. Operación y mantenimiento de instalaciones de MT. Nociones sobre las prácticas usuales de explotación de las subestaciones de MT. Problemas más frecuentes que se presentan en el ejercicio diario de esas subestaciones. 5. Pruebas, puesta en servicio. Prueba de la resistencia de la red de tierra. Prueba de aislamiento a cada aparato, equipos auxiliares, circuitos de control-medición y protección. Normatividad relativa a la puesta en servicio de una subestación. 6. Seguridad eléctrica. Protección con dispositivo de corte por tensión de defecto (circuito FU), protección con dispositivo por intensidad de defecto (circuito FI). Medidas de protección sin conductor de protección, separación de circuitos. Verificación de instalaciones. Control de la instalación de acuerdo con las normas vigentes. Factor de carga y de utilización. Tiempo de utilización. 7. Subestaciones prefabricadas. Subestaciones MT/BT en envolventes prefabricadas para integrarse al entorno de una zona urbana. Subestaciones móviles para ser empleadas en situaciones de emergencia en la red de MT. 8. Control, medición, aparatos y diagramas. Tipos de control, diagramas, dispositivos, tipos y elementos de control. Descripción de los dispositivos de control. Sistemas automáticos de control. Dispositivos de alarma. Aparatos registradores. Sistemas de control remoto. Sistemas modernos de control. 				

Continuación de la tabla LVI.

<p>9. Presupuesto y memoria del proyecto físico de la subestación. Consideraciones económicas, comparación económica de las subestaciones convencionales con las de gas. Duración de un proyecto de una subestación. Solicitud de precios. Discriminación de costos. Costos con y sin impuestos. Costos en moneda extranjera. Plan final de obra. Presupuesto preventivo. Reporte de construcción: recopilación de estudios, memoria de cálculos y diagramas.</p>
<p>Contenidos a mejorar, actualizar o profundizar.</p> <p>Los contenidos de los numerales del 1 al 7 podrían integrarse en un curso nuevo que sería la continuación de éste, Subestaciones 2, debe ser así porque ya no es posible seguir añadiendo más contenido al que actualmente está en el programa.</p> <p>Los contenidos del numeral 8 podrían ser integrados al pensum de la carrera en otro curso focalizado al control de subestaciones, llamado Sistemas de Control de Subestaciones.</p> <p>La propuesta del numeral 9 podría integrarse en un tercer curso donde pudieran ser abarcados todos los aspectos de índole económica relacionados con una subestación, desde los aspectos económicos del proyecto de construcción hasta los diferentes aspectos de operación y mantenimiento.</p>
<p>Contenidos a reubicar.</p> <p>No existen contenidos para reubicar en el prerrequisito.</p>
<p>Herramienta o programa de apoyo para uso en el curso.</p> <p>Bentley Substation v8i para el diseño de subestaciones eléctricas.</p>
<p>Bibliografía sugerida para la propuesta de contenidos.</p> <ul style="list-style-type: none"> • RAULL MARTÍN, J. <i>Diseño de Subestaciones</i>. 2a. ed. México: McGraw-Hill, 1995. • NAVARRO MÁRQUEZ, J. <i>Instalaciones eléctricas de alta tensión</i>. Paraninfo.1998. • RIFALDI, A. <i>Elementos para el diseño de estaciones Transformadoras</i>. LAT. 1993. • IEC. <i>Standards for high-voltage switchgear and controlgear</i>. 62271. Ginebra.

Fuente: elaboración propia.

4.1.2.12. Protección de Sistemas de Potencia (código 222)

La tabla LVII presenta las propuestas de modificaciones y de contenidos nuevos que fueron establecidos luego de la revisión y comparación del programa del curso Protección de Sistemas de Potencia.

Tablas LVII. Resultados de Protección de Sistemas de Potencia

Prerrequisito: Análisis de Sistemas de Potencia 1.				
Pos requisito: ninguno.				
Semestre: 10	Créditos: 6	Hrs. clase: 40	Horas lab.: 0	Total hrs.: 40
Contenidos de la USAC no vistos por las demás universidades.				
Ninguno, todos los contenidos son abarcados por las demás universidades.				
Propuesta de contenidos.				
No existe algún contenido relevante para añadirse al curso.				
Contenidos a mejorar, actualizar o profundizar.				
Se podría profundizar en los temas de:				
<ol style="list-style-type: none"> 1. Principios de medición de relevadores y sistemas de estado: medición de una sola variable, medición de varias variables, comparadores de amplitud y comparadores de fase. 2. Principios de medición de relevadores y sistemas digitales: principios de operación y aplicación de relevadores y sistemas digitales, protección y control basado en computadoras, conversión A/D de las variables de entrada, acondicionamiento de las señales digitales, representación de la variable de entrada por sus componentes ortogonales, correlación digital, filtros de componentes simétricas, protecciones digitales, sus algoritmos y sus estructuras lógicas. 				
Contenidos a reubicar.				
No existe algún contenido a ser reubicado en el prerrequisito.				
Herramienta o programa de apoyo para uso en el curso.				
Es deseable la implementación de pruebas prácticas de laboratorio así como el empleo de un <i>software</i> de comunicación y un equipo de pruebas o de comprobación.				
Bibliografía sugerida para la propuesta de contenidos				
<ul style="list-style-type: none"> • Westinghouse Electric Corp. (Relay/Instrument Division) <i>Applied Protective Relaying. A New Silent Sentinel</i>. New Jersey: Publications Newark, 1991. • MASON, C. R. <i>The Art And Science of Protective Relaying</i>. USA: Wiley, 1990. 				

Fuente: elaboración propia.

4.1.3. Contenidos del Área de Electrotecnia

Luego de haber comparado los programas de los cursos del Área de Electrotecnia de la Universidad de San Carlos de Guatemala con sus equivalentes en las otras universidades, a continuación se presentan los resultados obtenidos en las siguientes tablas. Los resultados de esta sección, al igual que en las anteriores, fueron obtenidos con la colaboración de los catedráticos de los cursos de la EIME y de la coordinadora del proceso de acreditación de la carrera de Ingeniería Eléctrica.

4.1.3.1. Circuitos Eléctricos 1 (código 204)

La tabla LVIII presenta las propuestas de modificaciones y de contenidos nuevos que fueron establecidos luego de la revisión y comparación del programa del curso Circuitos Eléctricos 1.

Tabla LVIII. **Resultados de Circuitos Eléctricos 1**

Prerrequisito: Matemática Intermedia 2, Matemática Intermedia 3 y Física 2.				
Pos requisito: Circuitos Eléctricos 2, Electrónica 1, Líneas de Transmisión y Conversión de Energía Electromecánica 1.				
Semestre: 5	Créditos: 6	Hrs. clase: 40	Horas lab.: 26.67	Total hrs.: 66.67
Contenidos de la USAC no vistos por las demás universidades.				
Ninguno, todos los temas son abordados por las demás universidades estudiadas.				
Propuesta de contenidos.				
1. Teoría de circuitos. Funciones <i>living point</i> y transferencias.				
2. Métodos generales de análisis de redes eléctricas. Gráfica orientada de una red eléctrica y sus características. Escalamiento en impedancia y en frecuencia.				
3. Resolución de circuitos lineales con componentes concentrados y variables. Respuesta normalizada. Factor de mérito. Sobretensión y sobrecorriente. Diagramas circulares. Diagramas de amplitud y fase.				
Contenidos a mejorar, actualizar o profundizar.				
No existen contenidos a ser modificados.				
Contenidos a reubicar.				
No existen contenidos a ser reubicados al pre o pos requisitos.				
Herramienta o programa de apoyo para uso en el curso.				
Uso del programa SPICE para una mejor comprensión del funcionamiento de los circuitos eléctricos.				
Bibliografía utilizada en las demás universidades				
<ul style="list-style-type: none"> • DESOER, C. A. y KUH, E. S. <i>Basic Circuit Theory</i>. New York: McGraw Hill, 1969. • EDMINISTER, J. A. <i>Circuitos eléctricos</i>. Serie Schawm. Mc Graw Hill, 1970. • BALABANIAN Robert C. MCPEEK James A. <i>Electrical Network Theory</i>. Krieger Publishing Company; 1969. 				

Fuente: elaboración propia.

4.1.3.2. **Teoría Electromagnética 1 (código 210)**

La tabla LIX presenta las propuestas de modificaciones y de contenidos nuevos que fueron establecidos luego de la revisión y comparación del programa del curso Teoría Electromagnética 1.

Tabla LIX. **Resultados de Teoría Electromagnética 1**

Prerrequisito: Matemática Aplicada 1, Matemática Aplicada 5 y Física 3.				
Pos requisito: Líneas de Transmisión, Conversión de Energía Electromecánica 1, Teoría Electromagnética 2.				
Semestre: 6	Créditos: 6	Hrs. clase: 40	Horas lab.: 13.33	Total hrs.: 53.33
Contenidos de la USAC no vistos por las demás universidades.				
Algunos de los contenidos abordados en este curso son abarcados en los cursos de física de las demás universidades estudiadas, con la salvedad que los contenidos aquí vistos son estudiados con mayor profundidad y detalle.				
Propuesta de contenidos.				
No existe algún contenido que tenga relevancia para su integración al curso.				
Contenidos a mejorar, actualizar o profundizar.				
Es deseable que los estudiantes mejoren sus bases en la resolución de ecuaciones diferenciales para entender mejor y dar soluciones más adecuadas a la ecuación de la onda.				
Contenidos a reubicar.				
No existen contenidos a ser reubicados en el pre o pos requisito.				
Herramienta o programa de apoyo para uso en el curso.				
No existe necesidad de hacer uso de un programa para los fines del curso.				
Bibliografía utilizada por las demás universidades.				
<ul style="list-style-type: none"> • INAN, U. S; INAN, A.S. <i>Engineering Electromagnetics</i>. Addison Wesley Longman, Inc, 1999. • SERWAY, Raymond A. <i>Física</i> 5a ed. México: McGraw-Hill, 2002. Tomo I y II. • KRAUSS. <i>Electromagnetismo</i>. 3a ed. México: McGraw-Hill, 1986. 				

Fuente: elaboración propia.

4.1.3.3. **Electricidad y Electrónica Básica (código 462)**

La tabla LX presenta las propuestas de modificaciones y de contenidos nuevos que fueron establecidos luego de la revisión y comparación del programa del curso Electricidad y Electrónica Básica.

Tabla LX. **Resultados de Electricidad y Electrónica Básica**

Prerrequisito: Física 2.				
Pos requisito: Electrónica 1.				
Semestre: 6	Créditos: 5	Hrs. clase: 40	Horas lab.: 26.67	Total hrs.: 66.67
Contenidos de la USAC no vistos por las demás universidades.				
No son vistas las secciones 7, 8 y 9 del programa de la USAC, las cuales corresponden a fuentes de CD y reguladores de voltaje, amplificadores operacionales y filtros, respectivamente.				
Propuesta de contenidos.				
No existe algún contenido para ser integrado al curso pues todos los temas vistos por las demás universidades también son vistos en Guatemala.				
Contenidos a mejorar, actualizar o profundizar.				
No existen contenidos a modificar.				
Contenidos a reubicar.				
No existen contenidos para ser reubicados en el pre o pos requisitos.				
Herramienta o programa de apoyo para uso en el curso.				
Podría integrarse dentro de las actividades del laboratorio el uso de MATLAB.				
Bibliografía utilizada por las demás universidades.				
<ul style="list-style-type: none"> • HARPER, Ch. A. <i>Handbook of Materials and Processes for Electronics</i>. New York: Mc Graw-Hill, 1984. • VAZQUEZ RAMIREZ, J. <i>Materiales Electrotécnicos. Enciclopedia CEAC de Electricidad</i>. Barcelona: CEAC S.A., 1986. 				

Fuente: elaboración propia.

4.1.3.4. **Circuitos Eléctricos 2 (código 206)**

La tabla LXI presenta las propuestas de modificaciones y de contenidos nuevos que fueron establecidos luego de la revisión y comparación del programa del curso Circuitos Eléctricos 2.

Tabla LXI. **Resultados de Circuitos Eléctricos 2**

Prerrequisito: Matemática Aplicada 1 y 5, Circuitos Eléctricos 1.				
Pos requisito: Instrumentación Eléctrica, Electrónica 2 y Máquinas Eléctricas.				
Semestre: 6	Créditos: 6	Hrs. clase: 40	Horas lab.: 26.67	Total hrs.: 66.67
Contenidos de la USAC no vistos por las demás universidades.				
Ninguno, todos los contenidos son abarcados por las demás universidades.				
Propuesta de contenidos.				
<p>5. Teoría de cuadripolos. Relaciones fundamentales., matriz Z, Y y GAMMA. Matriz Indefinida. Aplicaciones del cálculo matricial a los circuitos pasivos y activos. Parámetros de circuito abierto y de cortocircuito. Parámetros de imagen. Coeficiente de Reflexión. Aplicación a líneas de transmisión con parámetros distribuidos.</p> <p>7. Síntesis de cuadripolos. Tipo de funciones sintetizables como cuadripolos. Condiciones de suficiencia para que tres inmitancias correspondan a un cuadripolo. Procedimiento de síntesis para cuadripolos en el vacío. Cuadripolos LC y RC. Procedimiento de remoción de polos. Redes de escalera y de Lattice.</p>				
Contenidos a mejorar, actualizar o profundizar.				
Los alumnos presentan algunas dificultades relacionadas al análisis de Fourier por lo que es necesario que entren con conocimientos más sólidos en este tema.				
El curso puede mejorarse con la inclusión de un <i>software</i> de simulación para la enseñanza de los diferentes temas vistos en el curso y es deseable que los alumnos entren al curso dominando esta herramienta.				
Contenidos a reubicar.				
No existen contenidos a ser reubicados en el pre o pos requisitos.				
Herramienta o programa de apoyo para uso en el curso.				
Uso de MATLAB para la simulación de los diferentes contenidos.				
Bibliografía sugerida para la propuesta de contenidos.				
<ul style="list-style-type: none"> • POLISUCK, W. Warzanskyj. <i>Análisis de Circuitos</i>. 3a ed. Madrid: ETS de Ingenieros de Telecomunicación, UPM, 1979. • BALABANIAN, N. <i>Network Synthesis</i>. 1a ed. Englewood Cliffs: Prentice Hall, 1958. 				

Fuente: elaboración propia.

4.1.3.5. Instrumentación Eléctrica (código 230)

La tabla LXII presenta las propuestas de modificaciones y de contenidos nuevos que fueron establecidos luego de la revisión y comparación del programa del curso Instrumentación Eléctrica.

Tabla LXII. **Resultados Instrumentación Eléctrica**

Prerrequisito: Estadística 1, Circuitos Eléctricos 2.				
Pos requisito: ninguno.				
Semestre: 7	Créditos: 6	Hrs. clase: 40	Horas lab.: 40	Total hrs.: 80
Contenidos de la USAC no vistos por las demás universidades.				
<ol style="list-style-type: none"> 1. Conceptos de calibración, trazabilidad y jerarquía metrológica. 2. Normas ISO/IEC 17025, ISO 10012, ISO 9000 e ISO 14000. 				
Propuesta de contenidos.				
<p>Los contenidos que se describen a continuación se podrían integrar al programa del curso únicamente en el caso que sean enfocados para el aprendizaje en el uso de tales dispositivos, pues el diseño de éstos no es de importancia para los estudiantes de Ingeniería Eléctrica.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Sistemas de Instrumentación. Almacenamiento y recuperación de datos. 2. Osciloscopio de rayos catódicos. Comandos generales de un osciloscopio. Ejemplos concretos de utilización. 3. Instrumentos digitales. Herramientas básicas. Algunas operaciones básicas. Voltímetros digitales. Medición de corriente continua. Óhmetros. Medición de señales alternas. Automatización de instrumentos. Organización de un voltímetro. Multímetros. Errores de los instrumentos digitales. 4. Medición electrónica de potencia y energía. Medidores de estado sólido. Medidores híbridos. Osciloscopios de almacenamiento digital. Prestaciones adicionales. 				
Contenidos a mejorar, actualizar o profundizar.				
<p>Además de los contenidos propuestos podría integrarse una parte donde pudiera abarcarse algunos contenidos de bioinstrumentación, tema que sería de interés exclusivo para los estudiantes de Ingeniería Electrónica.</p> <p>Respecto a los contenidos actuales del curso no hay algo en específico a modificar pero es bastante deseable actualizar la bibliografía utilizada del curso pues está desactualizada.</p> <p>Es recomendable que pudiera crearse una sección de este curso enfocada para la carrera de Ingeniería Eléctrica y otra sección enfocada para los estudiantes de Ingeniería Electrónica con el fin de que cada sección pueda abarcar los temas que sean más relevantes para cada disciplina.</p> <p>Además es deseable que los alumnos entren al curso con una base más sólida de los conocimientos de los prerrequisitos pues actualmente se dedica demasiado tiempo en volver a explicar contenidos de cursos anteriores.</p>				

Continuación de la tabla LXII.

Contenidos a reubicar.
Los prerrequisitos y contenidos actuales del curso cubren las necesidades de los estudiantes de la carrera de ingeniería eléctrica, pero para los estudiantes de Ingeniería Electrónica el curso se podría trasladar al semestre 9 y tener como prerrequisitos a los cursos del Área de Electrónica digital y establecer el curso como prerrequisito al curso de Sistemas de Control 1 y Automatización Industrial.
Herramienta o programa de apoyo para uso en el curso.
Para los fines del curso se propone el uso de los programas MATLAB, National Instrument LABVIEW y SPICE.
Bibliografía sugerida para la propuesta de contenidos.
<ul style="list-style-type: none">• COOPER, W. D.; HELFRICK, A. D. <i>Instrumentación Electrónica Moderna y Técnicas de Medición</i>. México: Prentice Hall Hispanoamericana, 1991.• FRANK, Ernest. <i>Análisis de Medidas Eléctricas</i>. Madrid: Mc Graw Hill, 1969.

Fuente: elaboración propia.

4.1.3.6. Electrónica 1 (código 232)

La tabla LXIII presenta las propuestas de modificaciones y de contenidos nuevos que fueron establecidos luego de la revisión y comparación del programa del curso Electrónica 1.

Tabla LXIII. Resultados de Electrónica 1

Prerrequisito: Circuitos Eléctricos 1, Electricidad y Electrónica Básica.				
Pos requisito: Electrónica 2, Electrónica 3.				
Semestre: 7	Créditos: 6	Hrs. clase: 40	Horas lab.: 26.67	Total hrs.: 66.67
Contenidos de la USAC no vistos por las demás universidades.				
1. Fuentes Reguladas. Fuentes reguladas con transistores. Fuentes reguladas con CI.				
Propuesta de contenidos.				
No existe algún contenido para ser integrado al curso porque todos los temas abarcados por las demás universidades también se ven en la USAC.				
Contenidos a mejorar, actualizar o profundizar.				
Se propone la actualización de los contenidos y actividades del laboratorio del curso y el uso de un programa de simulación como complemento a éste.				
Contenidos a reubicar.				
Actualmente no existen contenidos a reubicar en el pre o pos requisitos.				
Herramienta o programa de apoyo para uso en el curso.				
Uso de MATLAB para la realización de simulaciones.				
Bibliografía utilizada por las demás universidades.				
<ul style="list-style-type: none"> • SEDRA, A. S; Smith, K. C. <i>Circuitos Microelectrónicos</i>. 4a. ed. México: Oxford University Press, 1999. • DONALD, A. Neamen. <i>Semiconductor Physics and Devices, Basic principles</i>. 3a edición New York: McGraw–Hill, 2003. • SINGH, J. <i>Dispositivos semiconductores</i>. México: McGraw-Hill, 1997. 				

Fuente: elaboración propia.

4.1.3.7. Instalaciones Eléctricas (código 208)

La tabla LXIV presenta las propuestas de modificaciones y de contenidos nuevos que fueron establecidos luego de la revisión y comparación del programa del curso Instalaciones Eléctricas.

Tabla LXIV. **Resultados de Instalaciones Eléctricas**

Prerrequisito: Máquinas Eléctricas.				
Pos requisito: ninguno.				
Semestre: 9	Créditos: 6	Hrs. clase: 40	Horas lab.: 26.67	Total hrs.: 66.67
Contenidos de la USAC no vistos por las demás universidades.				
Ninguno, todos los temas son abarcados por las demás universidades.				
Propuesta de contenidos.				
<p>1. Teoría y cálculo de cortocircuitos. Generalidades, características y consecuencias de los cortocircuitos. Fuentes y evolución de las corrientes de cortocircuito. Definiciones según Norma IEC. Cálculo de las corrientes de cortocircuito: cortocircuitos asimétricos: componentes simétricas, cortocircuito monofásico, cortocircuito bifásico, cortocircuito bifásico con puesta a tierra.</p> <p>2. Instalaciones especiales. Generación autónoma permanente o emergencia (Grupos electrógenos y UPS). Instalaciones en áreas con riesgo de explosión. Instalaciones hospitalarias.</p>				
Contenidos a mejorar, actualizar o profundizar.				
Actualmente no existe algún contenido del programa para ser modificado pero es deseable que los estudiantes entren al curso con conocimientos de circuitos eléctricos, máquinas eléctricas y protección de sistemas de potencia.				
Contenidos a reubicar.				
No existe algún contenido para ser reubicado.				
Herramienta o programa de apoyo para uso en el curso.				
Herramientas de diseño asistido por computadora (CAD).				
Bibliografía sugerida para la propuesta de contenidos.				
<ul style="list-style-type: none"> • STEVENSON, W. D. <i>Análisis de Sistemas eléctricos de potencia</i>. 2a. ed. McGraw Hill, 1992. • Schneider-Electric. <i>Cuaderno Técnico CT-158 Cálculo de corrientes de cortocircuito</i>. Barcelona: Schneider-Electric España. S.A. Capítulos 12, 13 y 14. • IEC. <i>Cálculo de la corriente de cortocircuito en redes trifásicas de corriente alterna</i>. 909. Ginebra. • IEC. <i>Guía de aplicación para el cálculo de las corrientes de cortocircuito en redes eléctricas de baja tensión radiales</i>. 781. Ginebra. 				

Fuente: elaboración propia.

4.1.3.8. Electrónica 3 (código 246)

La tabla LXV presenta las propuestas de modificaciones y de contenidos nuevos que fueron establecidos luego de la revisión y comparación del programa del curso Electrónica 3.

Tabla LXV. Resultados de Electrónica 3

Prerrequisito: Electrónica 1.				
Pos requisito: Electrónica 5.				
Semestre: 9	Créditos: 6	Hrs. clase: 40	Horas lab.: 26.67	Total hrs.: 66.67
Contenidos de la USAC no vistos por las demás universidades.				
Ninguno, todos los contenidos son abarcados por las demás universidades.				
Propuesta de contenidos.				
No existen contenidos para ser agregados al curso porque los temas vistos en las demás universidades también son estudiados en la USAC.				
Contenidos a mejorar, actualizar o profundizar.				
Microcontroladores y Lógica. El tema de microcontroladores será abarcado en el nuevo curso a implementarse para las carreras de la EIME, el cual se denominará Programación de Microcontroladores.				
Contenidos a reubicar.				
La sección 2 del actual programa de curso sobre álgebra booleana debería ser un contenido ya manejado por los estudiantes antes de entrar al curso, por lo que este tema podría establecerse como un prerrequisito para abrir este curso.				
Herramienta o programa de apoyo para uso en el curso.				
Software de diseño y simulación como SPICE o MATLAB.				
Bibliografía utilizada por las demás universidades				
<ul style="list-style-type: none"> • WAKERLY, John F. <i>Digital Design principles & practices</i>. 3a ed. Upper Saddle River: Prentice Hall, 2000. • MALVINO. <i>Principios de Electrónica</i>. 7a ed. Madrid: Mc Graw-Hill, 2007. • GINZBURG, M. C.: <i>Introducción a las técnicas digitales con circuitos integrados</i>. Edigraf, 1990. 				

Fuente: elaboración propia.

4.1.4. Propuesta de reestructuración de la malla curricular

La propuesta de reestructuración de la malla curricular recoge los resultados presentados en el capítulo 3 y 4 de esta investigación, los resultados de talleres y reuniones con los catedráticos de la EIME y las propuestas que se presentaron dentro de la Semana de Adecuación Curricular de Ingeniería Eléctrica que se llevó a cabo durante la semana del 21 al 25 de Mayo de este año y el trabajo hecho por la coordinadora del proceso de acreditación de la EIME, quien lleva a cabo la reforma de la carrera de Ingeniería Eléctrica.

Durante la Semana de Adecuación Curricular se realizaron reuniones entre los catedráticos de la EIME y los catedráticos de las diferentes unidades que conforman la facultad y que tienen incidencia en la carrera de Ingeniería Eléctrica, entre éstas estuvieron la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, el Departamento de Física, Matemática y Estadística. El objeto de las reuniones era que la EIME expusiera las diferentes necesidades que se desean cubrir o reforzar en los cursos que estas unidades imparten y así lograr la readecuación de los cursos, de acuerdo a las necesidades planteadas. Además se contó con la participación de una asesora del Departamento de Asesoría y Orientación Curricular (DAOC) de la Universidad de San Carlos de Guatemala. Los resultados a los que se llegaron durante esta semana son:

Cursos de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial (EMI):

- El curso de Ingeniería Económica 1 se trasladará al séptimo semestre y será prerrequisito de Administración de Empresas 1, que actualmente se abre al completar 150 créditos de la carrera. Éste último permanecerá en el noveno semestre y será el prerrequisito para el curso optativo de Administración de Personal, el cual se trasladará al décimo semestre.

- Mediante un plan piloto la EMI implementará un módulo de nivelación para el curso de Administración de Empresas 1 para que los estudiantes que no pertenecen a esta escuela asimilen mejor los contenidos de este curso.
- El curso de Legislación 1 se adecuará para estudiar la legislación relacionada al impacto ambiental, pasará a ser obligatorio, se trasladará al noveno semestre y se abrirá con el curso de Transmisión y Distribución.
- El curso de Preparación y Evaluación de Proyectos 1 se trasladará al octavo semestre y pasará a ser requisito para el curso de Seminario de Investigación, el cual permanecerá en el noveno semestre.
- Los cursos de de Psicología Industrial e Ingeniería de la Producción, que son de carácter optativo, serán eliminados del pensum de estudios debido a que no tienen mayor relevancia para la carrera.

Cursos pertenecientes al Departamento de Matemática:

- Se creará un nuevo curso de matemática, Matemática para Electromagnetismo 1 con contenidos específicos para las carreras pertenecientes a la EIME. Este curso se integrará al pensum en el cuarto semestre y tendrá como prerrequisito al curso Matemática Intermedia 1 y pasará a ser otro prerrequisito del curso Matemática Aplicada 5. Los contenidos de éste último también serán evaluados y se desea cambiar su denominación a Matemática para Electromagnetismo 2.
- El curso Matemática Aplicada 2, que es de carácter optativo actualmente, pasará a ser obligatorio para todas la carreras que pertenecen a la EIME, éste curso trata sobre la teoría de las series y transformadas de Fourier.

- El curso Matemática Aplicada 3, que es un curso optativo, se trasladará al quinto semestre debido a que actualmente está erroneamente ubicado en el séptimo semestre de la malla curricular. Este curso es prerrequisito del curso Matemática Aplicada 4 del sexto semestre.
- Finalmente se preparará un informe para el Departamento de Matemática con el fin de comunicarle las necesidades específicas que requieren ser cubiertas en los diferentes cursos de matemática.

Cursos pertenecientes al Departamento de Física:

- El curso Física 4 pasará a tener como prerrequisito al curso de Electricidad y Electrónica Básica, por lo que éste último pasará al quinto semestre. El fin es mejorar la comprensión del funcionamiento del diodo a nivel cuántico, entendiendo inicialmente el funcionamiento del diodo en los circuitos eléctricos que se ve en Electricidad y Electrónica Básica.
- Se solicitará a la Junta Directiva de la Facultad que no se asignen más de 65 estudiantes en los cursos que imparte el departamento de Física. Además, los profesores de estos cursos deberán contar con la aprobación exclusiva del Departamento de Física para mantener el nivel académico, pues esto incide directamente en el rendimiento de los cursos de Eléctrica y Electrónica. Tanta es la importancia de esto que si no hay catedráticos avalados por el departamento de Física se decidirá no impartir el curso.
- Se solicitará a la Junta Directiva autorizar al Laboratorio de Electrónica administrar el préstamo de los osciloscopios y el equipo electrónico, función que es actualmente desempeñada por el SAE / SAP. También se solicitará que se asigne el salón L-III-8 del edificio T-1 y que se equipe para su uso por los estudiantes de la EIME y de los cursos de Física 3 y 4.

Cursos pertenecientes al Departamento de Estadística y Programación:

- Llevar a cabo una reunión con la Escuela de Ciencias y Sistemas para que ellos establezcan el curso de Estadística 2 como obligatorio y dejar el curso de Análisis Probabilístico únicamente para los estudiantes de la EIME y así es adecuar los contenidos de este curso para las necesidades de las carreras de la EIME. Este curso se trasladará al sexto semestre.
- Incluir a Estadística 2 como curso optativo ya que el curso Análisis Probabilístico sólo cubre una parte de los temas de interés de éste.
- Crear un curso de Estadística Descriptiva, el cual sería prerrequisito de Estadística 1 y éste a su vez de Introducción a la Programación de Computadoras 1. Este nuevo curso se añadiría en el tercer semestre y el curso de Introducción a la Programación se trasladará al quinto semestre.
- El contenido del curso Introducción a la Programación de Computadoras 1 tendrá un módulo de programación en C, otro en JAVA y un último para modelación y simulación en MATLAB. Actualmente el curso está enfocado únicamente a programación en C.
- Crear un curso libre de nivelación para aquellos estudiantes que no tengan la suficiente base de programación y estén o llevarán el curso de Introducción a la Programación de Computadoras.
- Se creará un curso de programación de microcontroladores PIC como prueba piloto. Será impartido por un ingeniero avalado por la Dirección de la EIME. Esta prueba piloto servirá para definir y crear formalmente el nuevo curso que se denominará Programación de Microcontroladores.

Este nuevo curso pertenecerá al séptimo semestre, será el prerrequisito del curso Sistemas de Control 1 y tendrá como prerrequisito a Lenguajes de Programación Aplicados a la I.E., el cual pasará al sexto semestre.

Cursos pertenecientes a la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica:

- El requisito de Electrónica 1 será solamente Física 4 y se quitará Circuitos Eléctricos 1, ya que para llevarlo se debió haber llevado antes Física 2.
- Electrónica 3 se trasladará al octavo semestre y se convierte en requisito del curso Automatización Industrial. Al curso de Automatización Industrial se le añadirá como requisito el curso de Máquinas Eléctricas 2, se readecuará y permanecerá en el décimo semestre.
- Se dividirán los contenidos de Máquinas Eléctricas en dos cursos para mejorar el aprendizaje y la enseñanza de estos temas. Los cursos serán:
 - Máquinas Eléctricas 1 que pertenecerá al octavo semestre y su requisito será únicamente Conversión de Energía Electromecánica 1, y Conversión 1 se abrirá con Circuitos Eléctricos 2 en vez de Circuitos 1. El contenido de Máquinas 1 tratará sobre la máquina síncrona en régimen permanente y transitorio y será requisito de Análisis de Sistemas de Potencia 1 y Subestaciones.
 - Máquinas Eléctricas 2 tendrá como requisito a Máquinas Eléctricas 1 y se ubicará en el noveno semestre. Su contenido tratará sobre la máquina de corriente continua y la máquina de inducción en régimen permanente y transitorio. Será requisito de los cursos de Alta Tensión, Instalaciones Eléctricas y Automatización Industrial.

- Al curso de Alta Tensión se le quita como requisito el curso de Teoría Electromagnética 1, ya que está integrado en la línea lógica de Conversión de Energía Electromecánica 1 y 2, su otro requisito será Máquinas Eléctricas 2. Al curso de Instalaciones Eléctricas se le agrega el requisito de Conversión 2 y Máquinas 2. Al curso de Análisis de Sistemas de Potencia 1, se le quita el requisito de Conversión 2, y sus requisitos serán Máquinas Eléctricas 1 y Líneas de Transmisión. Alta Tensión e Instalaciones Eléctricas se trasladarán al décimo semestre.

Otras conclusiones:

- Se solicitará a Centro de Cálculo el número de estudiantes de Ingeniería Eléctrica aprobados y reprobados de todos los cursos optativos para determinar cuales de ellos permanecerán dentro de la pensum y ver cuales de ellos se eliminarán.
- Debe adecuarse el contenido del curso Orientación y Liderazgo para que sea pertinente con la carrera y que las actividades permitan a los estudiantes realizar con tiempo sus ejercicios de física y matemática.
- Se utilizará la nomenclatura que propone la asesora curricular de la DAOC para aclarar la secuencia lógica de los cursos de la malla.
- Se tomará la propuesta de la Escuela de Ingeniería Química de colocar en la malla solo los cursos obligatorios, indicando que los cursos optativos se pueden consultar en el pensum con el fin de no recargar la malla.

Considerando todos estos puntos, la malla curricular de Ingeniería Eléctrica queda como lo indica la figura 18:

Figura 18. Propuesta de la malla curricular de Ingeniería Eléctrica

SEMESTRE 10	SEMESTRE 9	SEMESTRE 8	SEMESTRE 7	SEMESTRE 6	SEMESTRE 5	SEMESTRE 4	SEMESTRE 3	SEMESTRE 2	SEMESTRE 1
Sistemas de Generación Protec. Sist. Potencia Subestaciones Automatizacio Industrial Instalaciones Eléctricas Alta Tensión	Análisis Sistem Pot. 1 Máquinas Eléctricas 2 Electrónica 3 Legislación 1 Seminario de Investigación Práctica Final	Sistemas de Control 1 Máquinas Eléctricas 1 Conv. E.E.M.2 Transmisión y Distribución Administración, Empresas 1 Evaluación Proyectos 1	Líneas de Transmisión Conv. E.E.M.1 Electrónica 1 Instrument Eléctrica Ingeniería Económica 1 Programación Microcontrol Práctica Intermedia	Teoría EMagnética 1 Circuitos Eléctricos. 2 Física 4 Matemática Aplicada 2 Análisis. Probabilístico Lenguajes de Program IE	Circuitos. Eléctricos 1 Fisca 3 Electricidad y Electron Basic Matemática Aplicada 1 Matemática Aplicada 5 Intro. Prog a Compu 1	Mecánica. Analítica 1 Fisica 2 Matemática Intermedia. 2 Matemática. Intermedia 3 Matemática EMagnética 1 Estadística 1	Fisica 1 Matemática. Intermedia 1 Estadística Descriptiva Práctica. Inicial	Social Humanística 2 Tec. Estudio e Investigación Fisica Basica Matemática. Basica 2	Social Humanística 1 Técnica Complern. 1 Orientación y Liderazgo Matemática. Basica 1 Química General.



Fuente: Elaboración propia.

Tabla LXVI. **Resumen de los cambios en la malla curricular**

MALLA ACTUAL	MALLA NUEVA
Cursos de Matemática.	
<p>Matemática Aplicada 1 y 5 son de carácter obligatorio.</p> <p>Matemática Aplicada 2, 3 y 4 son de carácter optativo.</p> <p>Matemática Aplicada 3 pertenece al séptimo semestre.</p>	<p>Matemática Aplicada 2 pasa a ser de carácter obligatorio junto con la 1 y la 5. Su denominación cambia a Matemática para Electromagnetismo 2.</p> <p>Únicamente Matemática Aplicada 3 y 4 son de carácter optativo.</p> <p>Matemática Aplicada 3 se traslada al quinto semestre.</p> <p>Se crea el curso de Matemática para Electromagnetismo 1 en el cuarto semestre. Se abre con Matemática Intermedia 1 y abre Matemática Aplicada 5.</p>
Cursos de Física.	
Física 4 tiene como requisito a Física 3 únicamente.	Física 4 tiene como requisitos a Física 3 y a Electricidad y Electrónica Básica.
Cursos de Estadística.	
<p>Son obligatorios los cursos de Estadística 1 y Análisis Probabilístico.</p> <p>El curso de Análisis Probabilístico pertenece al quinto semestre.</p>	<p>Estadística 2 se añade al pensum como curso optativo y se crea el nuevo curso obligatorio de Estadística Descriptiva.</p> <p>Análisis Probabilístico se traslada al sexto semestre.</p>
Cursos de la Escuela de Ingeniería de Mecánica Industrial.	
<p>Ing. Económica 1 pertenece al octavo semestre y Ev. De Proyectos 1 al décimo.</p> <p>Admón. de Empresas 1 se abre con 150 créditos. Admón. de Personal tiene como prerrequisito a Psicología Industrial.</p> <p>Legislación 1 es de carácter optativo y se abre con 90 créditos.</p> <p>Psicología Industrial e Ingeniería de la Producción son cursos optativos.</p>	<p>Ing. Económica 1 se traslada al séptimo semestre y Proyectos 1 al octavo semestre</p> <p>Administración de Empresas 1 se abre al aprobar Ingeniería Económica 1 y abre el curso Administración de Personal.</p> <p>Legislación 1 es de carácter obligatorio y se abre con Transmisión y Distribución.</p> <p>Psicología Industrial e Ingeniería de la Producción son eliminados del pensum.</p>

Continuación de la tabla LXVI.

Cursos EIME.	
Introducción a la Programación.	
Pertenece al segundo semestre. Se abre con 17 créditos y con el curso Técnicas de Estudio e Investigación.	Se traslada al quinto semestre. Tiene como requisito a Estadística 1.
Lenguajes de Programación Aplicados a la Ingeniería Eléctrica.	
Pertenece al tercer semestre.	Se traslada al sexto semestre. Pasa a ser requisito del nuevo curso de Programación de Microcontroladores.
Electricidad y Electrónica Básica.	
Pertenece al sexto semestre. Es requisito únicamente de Electrónica 1.	Se traslada al quinto semestre. Es requisito únicamente de Física 4.
Electrónica 1, 3 y 5.	
Electrónica 1 se abre con Electricidad y Electrónica Básica y Circuitos 1. Electrónica 3 está en el noveno semestre. Electrónica 5 está en el décimo semestre.	Electrónica 1 tiene como único requisito a Física 4. Electrónica 3 pasa al octavo semestre. Electrónica 5 pasa al noveno semestre. Se crea el curso de Microcontroladores en el séptimo semestre y será requisito de Sistemas de Control 1 y Electrónica 3.
Sistemas de Control 1.	
Se abre con Electrónica 1 y Conversión de Energía Electromecánica 1.	Mantiene como requisito a Conversión de Energía Electromecánica 1 y cambia a Electrónica 1 por Microcontroladores.
Conversión de Energía Electromecánica 1.	
Tiene como requisito a Teoría Electromagnética 1 y a Circuitos Eléctricos 1.	Mantiene como requisito a Teoría Electromagnética 1 y cambia Circuitos 1 por Circuitos Eléctricos 2.
Máquinas Eléctricas.	
Pertenece al octavo semestre y se abre con Conversión Energía Electromecánica 1 y Circuitos Eléctricos 2.	Se divide en: Máquinas Eléctricas 1 en el semestre 8. Se abre con Conversión de Energía Electromecánica 1. Abre el curso de Análisis de Sistemas de Potencia 1 y Subestaciones. Máquinas Eléctricas 2 en el semestre 9. Se abre con Máquinas Eléctricas 1. Abre los cursos de Alta Tensión, Instalaciones Eléctricas y Automatización Industrial.

Continuación de la tabla LXVI.

Alta Tensión, Instalaciones Eléctricas, Subestaciones, Automatización.	
Alta Tensión e Instalaciones Eléctricas pertenecen al noveno semestre.	Alta Tensión e Instalaciones Eléctricas se trasladan al décimo semestre.
Alta Tensión, Instalaciones Eléctricas, Subestaciones y Automatización tienen como uno de sus prerrequisitos a Máquinas Eléctricas.	Subestaciones cambia como requisito a Máquinas Eléctricas por Máquinas Eléctricas 1 y mantiene a Conversión 2 y Líneas de Transmisión. Alta Tensión e Instalaciones Eléctricas se abrirán al aprobar los cursos de Máquinas Eléctricas 2 y Conversión 2. Automatización se abrirá al aprobar Electrónica 3 y Máquinas Eléctricas 2.

Fuente: elaboración propia.

Tomando en cuenta todos estos puntos la propuesta queda con 53 cursos obligatorios y 267 créditos, pero debido a que el plan de estudios no puede pasar de los 250 créditos se propondrá a la Junta Directiva el uso de créditos latinoamericanos que adoptará el Consejo Superior Universitario de Centroamérica, quedando en 213 créditos obligatorios y 37 créditos optativos.

Tabla LXVII. **Cantidad de cursos y créditos con la propuesta**

Semestre	Cursos Obligatorios ACTUAL	Cursos Obligatorios PROPUESTA	Créditos Semestrales ACTUAL	Créditos Semestrales PROPUESTA	Créditos PROPUESTA CSUCA
1	5	5	18	18	19
2	5	4	23	19	20
3	4	3	19	19	16
4	4	6	21	30	25
5	5	6	26	31	22
6	4	6	23	31	25
7	6	6	27	31	24
8	5	6	27	31	21
9	7	5	31	24	19
10	5	6	26	33	22
Total	50	53	241	267	213

Fuente: EIME.

5. MEJORA CONTINUA

5.1. Metodología para futuras actualizaciones

La mejora es un proceso imprescindible para cualquier tipo de currículo estudiantil y en cualquier nivel, desde la educación primaria hasta los posgrados, pero principalmente en los programas curriculares de la educación superior. Estos deben irse adaptando en períodos de tiempo prudenciales para ir de la mano con los cambios que se van presentando en el campo de trabajo debido a las mejoras tecnológicas, actualizaciones y a los cambios en las necesidades que presentan las organizaciones públicas y privadas del país.

Para el proceso de futuras reformas, modificaciones y actualizaciones a la carrera de Ingeniería Eléctrica se propone el uso del ciclo PHVA para que la EIME haga de las readecuaciones del pensum de esta carrera, un procedimiento continuo y bien definido dentro de la escuela. Se propone este ciclo pues es una herramienta aplicable a cualquier proceso y está enfocado a la mejora continua de la calidad, ya que es precisamente eso lo que debe buscarse con cada ajuste que se haga al pensum de la carrera, una mejora de la calidad.

Actualmente en la Universidad de San Carlos de Guatemala no existe una unidad encargada para la planificación y ejecución de las reformas y actualizaciones de los planes de estudio de las carreras, por lo que cada facultad y cada escuela queda a cargo de llevar a cabo estos importantes procesos.

Pero la Universidad de San Carlos de Guatemala cuenta con el Departamento de Asesoría y Orientación Curricular (DAOC) que pertenece al Departamento de Desarrollo Académico (DDA), el cual brinda apoyo a las diferentes unidades académicas de la universidad mediante asesoría y seguimiento a proyectos curriculares.

La escuela deberá definir bien lo que desea hacer, ya que puede ser una simple revisión curricular, una readecuación, una reestructuración, una reforma o bien una transformación curricular.

La revisión curricular es llevada a cabo por el catedrático o catedráticos del curso y trata de una revisión de fundamentos teórico-prácticos del programa del curso y es aprobada por las autoridades responsables de la carrera. Debido a que la revisión curricular es el nivel más bajo en cuanto a modificaciones, no se cambia el nombre de los cursos, ni se integran o eliminan cursos.

La readecuación curricular, es el segundo nivel de modificaciones y es llevada a cabo por una comisión formada por profesionales de diversas áreas o departamentos. Aquí se realiza un análisis del pensum y se dan cambios de cursos y pueden integrarse o eliminarse cursos. Deberá de desarrollarse una investigación curricular para fundamentar la viabilidad y factibilidad de la readecuación. También debe de haber un proceso de capacitación e instrucción con todos los involucrados con el fin de informar sobre el proceso y asignar las atribuciones que cada quién tendrá a cargo.

Deberá involucrarse al Departamento de Control Académico debido a la codificación de los cursos y al Departamento de Asesoría y Orientación Curricular (DAOC) para conocer su opinión.

La reestructuración curricular es el tercer nivel de modificaciones y es llevada a cabo por una facultad, escuela o centro regional e implica el análisis del plan de estudios de todas las carreras que se ofrecen dentro de cualquiera de éstas. También deberá hacerse una investigación que fundamente la viabilidad y factibilidad de la reestructura así como un proceso de capacitación e informar las atribuciones de los involucrados.

La reforma curricular, el cuarto nivel en modificaciones, es realizada por la universidad y se involucra a todas las unidades académicas que pertenezcan a la Universidad de San Carlos de Guatemala.

El nivel más alto, la transformación curricular, es realizado por todos los niveles educativos de un país. Aquí se involucra al Ministerio de Educación (MINEDUC) que está a cargo de la educación primaria y secundaria del país.

Los primeros dos niveles para ajustes curriculares, en los que es la propia escuela quien queda a cargo de realizar las modificaciones, son a los que se enfocarán este capítulo.

Si se trata de una revisión curricular, como se mencionó anteriormente, el catedrático o grupo de catedráticos deberán llevar a cabo la revisión del programa y las modificaciones deberán ser comunicadas al coordinador de área y a las autoridades de la escuela para aprobarlas.

En caso de tratarse de una readecuación curricular, que ya involucra mayores cambios, se presenta la siguiente propuesta:

5.2. Plan de evaluación

El plan de evaluación se llevará a cabo por medio del ciclo PHVA. A continuación se describirán los aspectos a tomar en cuenta y las acciones a desarrollar en cada una de las 4 etapas de este ciclo.

- Planear

Constituye el primer paso del ciclo PHVA y aquí se definirán las metas y alcances a lograr con la modificación del pensum, también se definen los métodos, las formas y estrategias que se utilizarán para alcanzarlas. Aquí se definirá el qué, para qué y cómo de las modificaciones a realizar.

Es la directiva de la Escuela quien estará encargada de iniciar el proceso de la actualización y antes de poder establecer los alcances y objetivos primero se establecerá de manera clara la situación actual de la Escuela, el perfil del egresado, la malla curricular, los contenidos y otros aspectos relacionados.

Para establecer la situación actual de la Escuela se puede hacer uso de la herramienta de diagnóstico FODA, que permite estudiar el entorno interno de la escuela definiendo sus fortalezas y debilidades. Esta herramienta también permite analizar el entorno externo de la escuela definiendo las oportunidades y amenazas que se pueden presentar. Luego de definidos estos cuatro importantes aspectos se pueden definir las estrategias FA, FO, DA y DO que permiten definir acciones que la escuela debe hacer para maximizar las fortalezas y oportunidades y poder minimizar las amenazas y debilidades, la Tabla IV del capítulo 1, muestra el análisis FODA de la EIME.

- Formación de grupos de trabajo

En esta etapa del proceso, se formarán los grupos de trabajo que liderarán las acciones a realizar, descentralizar el trabajo de la directiva y lograr involucrar al cuerpo docente de la escuela. Para esto pueden crearse comisiones centradas en las áreas de la carrera y cada una tendrá funciones definidas. Pueden crearse las comisiones de:

- Comisión de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica
 - Presidente: director de Escuela.
 - Integrantes: director de Escuela, Delegado para modificaciones al pensum y asesor de la DAOC.
- Función de la Comisión:
 - Acordar los lineamientos generales de los planes de estudio. Coordinar en el ámbito de la Escuela, las actividades necesarias para la elaboración de una propuesta para las áreas de la carrera, conforme a los lineamientos generales establecidos.
 - Organizar y distribuir el trabajo al interior de la Escuela, organizando las reuniones de trabajo que considere pertinente.
 - Involucrar a los estudiantes y docentes.
 - Considerar el aporte tanto de empleadores (grandes y pequeñas empresas, organismos públicos y privados), profesionales en ejercicio, mediante una consulta apropiada en cada caso.
 - Redactar la propuesta final de los planes de estudios, y elevarla a los ámbitos correspondientes para su consideración.

- Comisión de área de Potencia, Electrotecnia, y Ciencias Básicas y Complementarias
 - Presidente: coordinador del área de Potencia, coordinador del área de Electrotecnia y catedrático designado para el área de Ciencias Básicas y Complementarias.
 - Integrantes: coordinador del área de Potencia, coordinador del área de Electrotecnia y catedrático designado para el área de Ciencias Básicas y Complementarias.

- Función de las Comisiones
 - Elaborar la propuesta de contenidos curriculares para las diferentes áreas de la carrera, conforme a los lineamientos generales y a las especificaciones de la comisión de la escuela
 - Organizar y distribuir el trabajo organizando reuniones de trabajo. La comisión de Ciencias Básicas deberá reunirse con las demás unidades académicas con incidencia en el pensum de la carrera.
 - Involucramiento de estudiantes y docentes.
 - Interactuar con el Consejo Asesor de la Escuela, considerando sus aportes y manteniéndolo informado de los avances.

- Registros históricos y documentación necesaria

Debido a la importancia de cualquier proceso de modificación al currículo de una carrera es importante contar con registros que permitan llevar un control de estas modificaciones y permitan la consulta de la situación, organización y contenidos de la carrera a determinada fecha.

Durante esta etapa, toda esta documentación tiene la función de establecer cómo se encuentra la carrera antes realizar alguna modificación, y también tiene la función de crear registros históricos para consultas. Además, servirá para revisar y comparar con las modificaciones que se realizarán con la readecuación curricular.

Así que deberá reunirse cierta información para la creación de un documento que permita ver la organización y composición actual de la carrera; dentro de esta información está la siguiente:

Misión, visión, objetivos, política de calidad, valores y organigrama de la escuela, el perfil del egresado, requisitos para el ingreso a la carrera, listado de cursos obligatorios y optativos vigentes en la carrera y su clasificación en las áreas de la carrera, la malla curricular, su funcionamiento y otro tipo de información general que pueda ser relevante.

Además debe de incluirse el detalle de la información de cada uno de los cursos que componen la carrera. Para la recolección de esta información puede utilizarse una serie de fichas y tablas, para ver ejemplos de éstas, ver la sección de Apéndices.

- Hacer

Este es el segundo paso del ciclo PHVA y consistirá en la forma como la escuela genera acciones para preparar a sus actores, con el propósito de ejecutar las tareas planteadas, lograr las metas y recoger los datos correspondientes a las mismas. Para iniciar esta etapa se sugiere tener en cuenta:

- La investigación curricular hecha debe demostrar que la readecuación curricular es necesaria y pertinente para responder a las diferentes necesidades detectadas.
- Todos los sujetos curriculares deben considerar la viabilidad y factibilidad de la readecuación de una carrera existente.
- Contar con el apoyo administrativo necesario para dar inicio a este proceso.
- Que el proceso contribuya a la elaboración de un perfil que responda a la realidad nacional y exigencias de la globalización.

Es necesario recordar que cualquier modificación curricular que la escuela lleve a cabo no debe hacerlo de manera unilateral, debe de involucrar a todos aquellos personajes interesados en las modificaciones que se hagan a la carrera. A estos personajes se les conoce como sujetos curriculares, entre estos están:

- Estudiantes
- Profesionales en ejercicio
- Docentes
- Personal Administrativo
- Empleadores

Dentro de estos tenemos primero a aquellos a quienes afectará principalmente y de manera directa los cambios, que son los estudiantes, por lo que conocer su opinión es importante para conocer sus expectativas acerca de la carrera.

Luego se encuentran los aportes y la experiencia de todos aquellos que ya son profesionales y se desempeñan dentro de una organización, ellos pueden aportar información acerca de la problemática que han enfrentado en el desempeño de la profesión. Con el aporte de ellos también pueden conocerse todos aquellos aspectos dominantes u operantes, aspectos emergentes y decadentes de la carrera. Finalmente están las diferentes necesidades, expectativas, conocimientos y habilidades que los empleadores desean que se cubran en las organizaciones

Las reuniones con el personal administrativo son para obtener información acerca de las actitudes y valores que consideran necesarios en la formación del profesional del egresado. Es de suma importancia involucrar a todo el personal de la unidad académica para formar conciencia y compromiso social que permita que todos se sientan parte del proceso.

Las actividades que se desarrollarán con los sujetos curriculares incluyen talleres, conferencias, capacitaciones y puestas en común.

- Instrumentos de recolección de información

Para recolectar la información que será suministrada por los diferentes sujetos curriculares se utilizarán instrumentos de recolección de información, que no son más que un documento con preguntas dirigidas hacia cada uno de estos. Algunas de las características que deben reunirse con estos instrumentos son:

- Contar con varios de ellos para facilitar la recolección de información que ha de proporcionar cada sujeto curricular.

- Cada instrumento debe ser comprensible para el sujeto curricular a quien se dirige, pues no es lo mismo solicitar la información al empleador.
- Los instrumentos deben ser adaptables a las necesidades. El tipo y cantidad de preguntas depende de la información a reunir.

Para ver ejemplos de estos instrumentos dirigidos a los diferentes sujetos curriculares ver la sección de Anexos.

- Procesamiento de la Información

Este momento es de los más importantes pues supone la interpretación de los datos recopilados. Se procederá, en algunos casos a cuantificar información cualitativa para facilitar la lectura interpretativa. Se analizarán las perspectivas de los sujetos curriculares con la visión, misión valores y el actual perfil de la carrera. Finalmente se analizarán y compararán entre sí los resultados arrojados por los sujetos curriculares.

El análisis y síntesis de la información recolectada requiere:

- Elaborar el perfil de egreso del futuro profesional, con las competencias requeridas por los sujetos curriculares.
- Puesta en común con los sujetos curriculares para determinar la pertinencia del perfil diseñado.
- Iniciar la readecuación de la carrera ya existente, una vez validado el perfil de egreso.

Ya validado el perfil se da inicio a la etapa en que se deben determinar las áreas y los ejes curriculares, así como los cursos, programas y fundamentos teórico-prácticos. En esta etapa del proceso es donde más se requiere del trabajo y compromiso de los equipos de trabajo para lograr los ajustes de acuerdo al perfil ya establecido.

- Verificar

Implica un segundo momento de ejecución del proceso, pero considerando los resultados de la etapa anterior e integrando los reajustes necesarios para la consecución de las metas. Es conveniente que desde la etapa de la planificación se incluyan algunos de los posibles procedimientos de verificación a adoptar, así como el o los responsables de llevarlos a cabo. Esta etapa puede desarrollarse en el corto, mediano y largo plazo:

A corto plazo se tiene:

- Verificar si el contenido de la propuesta formulada responde a las necesidades y requerimientos planteados en la planificación.
- Desarrollar un programa y plan piloto del o los cursos.
- Seguir el desempeño del estudiante en los cursos pos requisitos.

Durante la verificación deberán compararse los resultados que van obteniéndose con los diferentes alcances y objetivos que fueron trazados en la etapa de planificación. En el caso de que los objetivos y alcances fueron completados exitosamente se continúa con el último paso del ciclo, pero si existen desviaciones respecto de los objetivos y alcances propuestos, será necesario determinar las causas de estas desviaciones y darles solución. De ser así, será necesario regresar a la etapa anterior del ciclo.

A mediano y largo plazo se tiene:

- Dar seguimiento al desempeño del estudiante en la fase posterior de su formación.
- Dar seguimiento a la trayectoria ocupacional de los egresados y recabar la informar mediante entrevistas.
- Dar seguimiento al desempeño laboral de los egresados, mediante encuestas a los empleadores.

La evaluación posterior del perfil de egreso es la verificación tanto del logro efectivo de los contenidos incluidos, como del cumplimiento de los objetivos de la carrera o programa, es decir, se necesita verificar si los alumnos al egresar lograron desarrollar las capacidades y atributos pre-establecidos en el perfil de egreso y si dichas capacidades y atributos, en el caso que se hubieran logrado, tuvieron el impacto esperado en los egresados y la sociedad.

- Actuar o ajustar

Es la aplicación de acciones correctivas que conducen al logro continuo y permanente de los objetivos propuestos y al mejoramiento continuo del proceso de la reforma. La mejora se convierte en una norma (estandarización).

- Controles de monitoreo

En esta última etapa del proceso es importante llevar un control y monitoreo de los cambios implementados, esto puede hacerse por medio de:

- Autoevaluación institucional. La evaluación curricular se mantendrá con presencia de docentes y estudiantes para mantener siempre elevado el nivel académico y continuar con el plan de mejoramiento.
 - Seguimiento de quejas y/o reclamos.
 - Análisis de encuestas sobre el cumplimiento de cambios: a los alumnos se les encuestará para poder saber sus opiniones sobre el cambio y la forma en la que les ha ayudado esta readecuación.
 - Identificación de desviaciones observadas en auditorías internas.
 - Detectar y eliminar prácticas rivales o contradictorias.
 - Desarrollo profesional de los docentes: un centro no cambiará si no cambian los docentes que lo conforman y la formación del profesorado es una estrategia de cambio.
 - Investigación sobre el currículo.
- Documentación final

Finalmente en esta etapa se realiza la documentación definitiva de todos los cambios realizados, estos servirán como registros históricos y constituirán la base para cambios posteriores que deban realizarse a la carrera. De igual manera que en el paso de la planeación, se creará un documento con la información de la organización y composición de la carrera pero ya con los cambios hechos. Para los diferentes cambios que se hayan realizado también se utilizarán las mismas tablas que se utilizaron en la parte de la planeación.

Ya establecidos y definidos todos los cambios por escrito es momento de dar a conocer los diferentes resultados y ajustes realizados a todos aquellos con incidencia en la carrera, especialmente a los estudiantes, así que deberán prepararse los medios para difundir la información, esto puede hacerse mediante los sitios *web* de la escuela y la facultad.

Además, la publicación se hará en forma escrita en la escuela para que los estudiantes de las otras carreras que también pertenecen a la escuela, estén enterados sobre los cambios de cómo poder ajustarse y, en dado caso, cómo asignarse a los cursos teniendo en cuenta los créditos y cursos prerrequisitos.

- Acciones para la mejora de la escuela

A continuación se ofrecen cinco puntos a tomar en cuenta para la implantación de una cultura de mejora continua dentro de la escuela como una organización compuesta por diferentes grupos que trabajan coordinadamente:

- La escuela como centro del cambio.

Para que un cambio llegue a producirse y sea satisfactorio, es necesario que el impulso, la coordinación y el seguimiento surjan del propio centro. Es la escuela en su conjunto quien debe asumir la necesidad del cambio y comprometerse con él. El cambio debe plantearse en todos los niveles (alumno, aula, profesor y escuela en su conjunto).

- El cambio depende del profesorado.

- Saber a dónde se va: es importante que existan metas compartidas por todo el cuerpo docente y para lograrlo es necesario el diálogo. Los profesores que debaten sobre problemas de enseñanza y sus soluciones están más preparados para afrontar procesos de mejora.

- Mejorar siempre: la idea de mejora continua debe impregnar todas las acciones de la escuela, esto puede lograrse atacando la autocomplacencia, el pensar que no se puede hacer nada para mejorar.
 - Todos deben aprender, aprender es cosa de todos. Los docentes han de aprender continuamente, no es posible mejorar sin el esfuerzo de todos. De igual forma, el centro como organismo vivo aprende de sus experiencias pasadas y aprovecha ese aprendizaje para la mejora continua.
- El papel determinante de la dirección.
- Dirección. El director se apoya en su equipo para discutir problemas, buscar soluciones y delegar responsabilidades.
 - Dirección participativa. El director debe fomentar la participación, implicación y compromiso de los catedráticos y de la comunidad educativa.
 - Liderazgo pedagógico. Las funciones de un director eficaz son: concebir y comunicar con claridad los objetivos, coordinar el currículo, apoyar los esfuerzos de los profesores por mejorar la enseñanza, proporcionar los recursos para el desarrollo del aprendizaje, reconocer y premiar el trabajo bien hecho, apoyar y promover programas de mejora.
- La escuela como comunidad de aprendizaje.
- Visión y misión de la escuela: es clara y accesible, compartida por la mayoría y presente en la toma de decisiones.

- Cultura escolar: colaborativa, existencia de creencias compartidas sobre la necesidad de un desarrollo profesional continuo.
 - Estructura escolar: distribución de la autoridad, decisiones por consenso, reuniones de planificación, sesiones de solución de problemas, desarrollo profesional y libertad para experimentar nuevas estrategias en el aula.
- Cambiar la forma de enseñar y aprender
 - Centrarse en habilidades de orden superior. Lo importante no es sólo saber de física o matemática, sino ofrecer los recursos para que el alumno pueda desarrollarse por sí mismo.
 - Utilizar una amplia variedad de estrategias, metodologías, técnicas y procedimientos de evaluación que en su conjunto tienen mejores resultados en la enseñanza que el uso exclusivo de una sola de éstas.

Hasta aquí se ha descrito el procedimiento de una readecuación curricular adaptándolo a un proceso de mejora PHVA. Ahora se procederá a explicar algunos puntos importantes que deberán ser tomados en cuenta para llevar a cabo este proceso con el fin de enfatizar su importancia.

5.2.1. Criterios de evaluación

Aquí se presentan los principales puntos que deben tratarse a la hora de realizar la planeación de una readecuación curricular.

- **Objetivos de la carrera:** a diferencia del perfil de egreso, que describe el quehacer y las características que distinguen al profesional, los objetivos son los resultados generales que se alcanzarán a través del proceso educativo. Para poder evaluar el grado de cumplimiento y de mejora de los objetivos, estos deben ser planteados de manera que puedan ser medibles, es decir, estar expresados en forma cuantitativa para poder determinar el grado de cumplimiento.
- **Perfil del egresado:** es la descripción de las competencias que debe poseer el profesional para un óptimo desempeño laboral. El perfil del egresado constituye la base principal para cualquier cambio del pensum. El perfil de egreso deberá ser revisado para ajustarlo de acuerdo a la misión y visión propia de la escuela, las necesidades de la sociedad y de acuerdo a las necesidades que tengan que ser cubiertas en el campo de trabajo del ingeniero electricista. Los cambios también deben hacerse en función de escenarios futuros y tendencias de desarrollo sostenible.
- **Los cursos y la malla curricular:** ya definido completamente el perfil de egreso, corresponde realizar las modificaciones a estos dos aspectos. Deberán adecuarse para que dentro de ellos se incluyan todos los contenidos que permitirán el cumplimiento de las diferentes competencias establecidas en el perfil del egresado. Los cambios tomarán en cuenta todas aquellas prácticas emergentes, dominantes y decadentes.
- **Recursos:** para que el proceso de la readecuación sea exitoso es necesario contar con los recursos necesarios que permitirán llevarlo a cabo, dentro de estos tenemos al cuerpo docente, el personal administrativo de la escuela, la facultad y la asesoría de la DAOC. Otros aspectos a considerar son los recursos económicos y el tiempo.

- **Gestión docente:** los recursos humanos es con quienes debe ponerse especial atención, pues son quienes llevan a cabo todo el proceso, por lo que se hace necesario instruirlos antes, durante y después del proceso de readecuación. Antes del proceso para informarlos de las acciones a realizarse, durante el proceso para que conozcan las tareas que realizarán y luego del proceso para que la mejora sea una práctica constante.

5.2.2. Estimación de recursos

Como se mencionó anteriormente, es vital planear y preparar todos los recursos que serán útiles para la realización de la readecuación, pero así como es importante contar con ellos también lo es su administración, pues éstos son limitados y por ello es necesario optimizar su uso.

5.2.2.1. Recursos económicos

Debido a la facilidad de la Universidad de San Carlos de Guatemala de contar con el Departamento de Asesoría y Orientación Curricular (DAOC), que brinda asesoría para procedimientos de readecuación curricular, es posible que la EIME pueda ahorrarse costos en asesorías externas para llevar a cabo este proceso.

La principal inversión económica en el corto y mediano plazo, por parte de la EIME, para llevar a cabo el proceso de readecuación curricular, será la organización de los diferentes talleres, conferencias y puestas en común con los demás sujetos curriculares, por lo que se deberá invertir en recursos materiales que abarca principalmente papelería.

Posteriormente a esto se sumarán los costos para difundir los cambios y resultados derivados de la readecuación a todos aquellos que se verán afectados, principalmente, los estudiantes, por lo que será necesario invertir en la reproducción de materiales informativos.

También habrá que invertir para la reproducción de las encuestas para los estudiantes, egresados, personal administrativo y empleadores de ingenieros electricistas. Para determinar el número de encuestas que deberán hacerse a cada uno de éstos, se tomará una muestra aleatoria de la siguiente manera:

Muestreo aleatorio simple con población conocida o muestreo aleatorio simple con población desconocida. Para calcular el número de estudiantes, personal administrativo y egresados se utilizará el primer caso, cuando el tamaño de la población es conocida. La fórmula a utilizar es la siguiente:

$$M = \frac{Z^2 * p * q * N}{e^2 (N - 1) + Z^2 * p * q}$$

Para calcular el número de empleadores a encuestar, se aplica el caso cuando la población es desconocida o tiende a ser muy grande. La fórmula a utilizar es la siguiente:

$$M = \frac{Z^2 * p * q}{e^2}$$

Donde, para ambas fórmulas, tenemos que:

M = Tamaño de la muestra.

N = Tamaño de la población.

p = Proporción de una categoría. Para los efectos, este tiene un valor de 0,5.

q = Proporción de la otra categoría. Este también tiene un valor de 0,5.

Z = Valor correspondiente de la tabla de distribución normal, según el nivel de confianza, que generalmente es de 95 ó 99 por ciento, corresponde un valor de Z igual a 1,96 ó 2,57, respectivamente.

En cualquiera de los dos casos, hay que considerar que a mayor nivel de confianza y menor sea el error, mayor será la cantidad de encuestas a realizar, por tanto los costos y el trabajo también serán mayores.

5.2.2.2. Recursos humanos

El personal para llevar a cabo el proceso de las reformas curriculares incluye principalmente a los siguientes sujetos curriculares:

- Asesor curricular de la DAOC
- Delegado para reformas a la carrera de la Escuela
- Comisiones de trabajo formadas por los catedráticos de la Escuela
 - Comisión del área de Potencia
 - Comisión del área de Electrotecnia
 - Comisión del área de Ciencias Básicas y Complementarias
- Cuerpo de docente de la escuela
- Personal administrativo de la escuela y la facultad y otros colaboradores

5.2.2.3. Tiempo de duración

El tiempo es un recurso que a diferencia de los demás no puede reemplazarse o regenerarse, por lo que es necesario hacer una planificación del proceso para su óptimo uso.

Para su realización se puede utilizar un diagrama de Gantt que permite ir detallando el tiempo de duración de cada actividad de las fases del proceso. Además permite ir identificando aquellas actividades con mayor prioridad y encontrar el tiempo de duración mínimo del proceso. Este diagrama puede realizarse en Microsoft Project.

5.3. Posibles resultados

Entre estos puede ser que al realizar la adecuación algunos contenidos se encuentren en una fase decadente y podrían empezar a quedar fuera del currículo. Por el contrario, habrán otros contenidos que por encontrarse en una etapa emergente, podrán ser añadidos al currículo y el resto de contenidos serán conocimientos con plena vigencia.

La clasificación de los contenidos en cada una de estas tres categorías debe ser un consenso entre los diferentes sujetos curriculares. Hay que recordar que los cambios pueden llegar a producir temor y más si son impuestos sin considerar nada ni a nadie, por lo que los talleres y reuniones son vitales para llegar a dichos consensos y evitar posibles dificultades que pudieran darse luego de implementados los cambios. A continuación se abordan algunos puntos para evitar inconformidades y resistencia al cambio.

5.4. Identificar posibles impedimentos para el cambio

Dentro de los principales impedimentos a identificar dentro de un proceso de cambio, son las causas de la resistencia a éste, la comprensión de la resistencia es de vital importancia para cualquier proceso de cambio, su falta de entendimiento lleva a la frustración y en el peor de los casos a comportamientos disfuncionales, como acciones que saboteen el cambio.

El trabajo con la resistencia al cambio y no contra ésta, ayuda a la transición del proceso de cambio, por lo que la comunicación es vital con todos.

Los factores que desencadenan la resistencia al cambio no son solo por una simple relación de causa-efecto, en la mayoría de los casos es generada por una compleja interrelación de factores, entre los cuales están los siguientes:

- Miedo a lo desconocido y al fracaso
- Falta de información - Desinformación
- Amenazas al estatus
- Amenazas a los expertos o al poder
- Clima de baja confianza organizativa
- Reducción en la interacción social
- Poca flexibilidad organizativa
- Aumento de las responsabilidades laborales
- Disminución en las responsabilidades laborales
- Temor a no poder aprender las nuevas destrezas requeridas
- Resistencia a experimentar

La carencia de información provoca la resistencia al cambio, por lo que la dirección debe estar atenta para que la información llegue a todos, pero debe cuidar que la información que llegué sea la correcta y evitar la desinformación.

Cualquier cambio que altere las actividades desarrolladas o la forma en que se desarrollan pueden provocar temores y resistencia al cambio, especialmente en aquellos que han estado acostumbrados al sistema por más tiempo y en aquellos con mayor edad por miedo a no estar a la altura de las circunstancias.

Con la introducción de cambios se da el hecho que unos ganan y otros pierden, tratarán de mantener es *status quo* ya sea impidiendo el cambio o tratando de cambiar sensiblemente el enfoque de los cambios. Esto último vuelve a resaltar la importancia del papel que juega la dirección en el proceso y hacer que los cambios sean graduales y la comunicación sea en dos vías, con el fin que el clima de trabajo sea lo más positivo posible.

Todos estos factores pueden producir obstáculos tales como:

- Conflictos de valores por supuestos e ideologías que pueden ser contradictorias con la nueva propuesta.
- Conflictos de poder entre los profesores y directivos.
- Brechas de capacidad cuando el proyecto parece demandar más capacitación de la que poseen.
- Falta de claridad en las intenciones del cambio y construcción de acuerdo (desconfianza).
- Conflictos prácticos y baja confianza en las nuevas "teorías".
- Problemas en las condiciones de trabajo de los docentes.

5.5. Alternativas contra la resistencia al cambio

Las alternativas contra la resistencia al cambio pueden darse en diferentes momentos, los cuales son:

- Antes de iniciar el proceso (planeación)
- Durante el desarrollo del proceso (hacer, verificar)
- Después de llevado a cabo el proceso (actuar)

Es prioritario determinar las causas y los efectos de la resistencia y así encontrar los mecanismos para eliminar o reducir esta actitud. Dos medidas que permiten superar el cambio son: identificar y diagnosticar a aquellos que se resisten y los motivos que les inducen a ello. La segunda es impulsar el cambio de forma transparente, informando e implicando a los involucrados.

Primero hay que analizar las reacciones generadas por el cambio propuesto, ya que para producir cambios efectivos es necesario conocer el “clima”, las conductas de las personas y las finalidades que se persiguen con los mismos. La resistencia es como un síntoma al que se le diagnostica una causa, es decir, no es sólo de identificar la resistencia y combatirla, hay que analizar las causas específicas que la originan.

Debido a que existirán grupos que ganen o pierdan con los cambios, la dirección deberá contar con gratificaciones destinadas a ser utilizadas como moneda de negociación en sus relaciones con los distintos grupos, especialmente con aquellos que más pueden perder con el cambio.

La estrategia es tratar que a la vez que se impulsa el cambio existan mejoras en las condiciones de los involucrados. Nadie se opondrá a que se le mejoren sus condiciones de trabajo, acceso a cursos de actualización, capacitación o apertura de vías de promoción, si se eleva su estatus respecto a los demás. Se trata de medidas que pueda asumir la dirección para mejorar la motivación, satisfacción y conducta para amortiguar el choque de los cambios.

Otros aspectos para vencer la resistencia consisten en generar y elevar los niveles de transparencia, información y el grado de participación e implicación de los involucrados en el proceso de cambio ya que es difícil que una persona se resista cuando ha participado activamente.

- El modelo de los ocho factores

Este modelo comprende ocho factores que debidamente armonizados permiten generar un óptimo y exitoso cambio organizacional.

- Necesidad sentida. Una necesidad sentida es una tensión o malestar interno, es una condición previa para el cambio a cualquier nivel ya se intrapersonal, interpersonal u organizacional. Cuando no existe malestar, no hay problema; donde no hay problema, no hay acción. Ante la ausencia de una necesidad sentida, los miembros deben ser informados acerca de problemas existentes y debe resaltarse el costo de no cambiar.
- Apoyo visible de la alta dirección. Para que un programa de cambio sea efectivo es importante que la dirección manifieste un fuerte compromiso por el cambio, tanto con palabras como con hechos. Un programa de cambio necesita como patrocinadores a los gerentes de aquellos departamentos que se vean más directamente afectados.
- Clarificación gradual. Debido a las numerosas interrogantes del proceso, la directiva debe informar acerca del cambio que se planea y debe haber comunicación frecuente y permanente. Aunque la información inicial debe ser general, la misma debe ir aclarando gradualmente del cambio.
- Instrumentación y apoyo. La adquisición de nuevas habilidades reduce la resistencia, por lo que es esencial proporcionar instrucción o capacitación. La introducción gradual de los cambios contribuye a una menor resistencia, por lo que el cambio debe ser por etapas.

- Modificación de los subsistemas componentes. Cualquier organización es un sistema conformado por subsistemas con componentes estructurales y tecnológicas. Aquellos programas de cambio que modifican sólo una de estas componentes son menos efectivos que los que modifican ambas.
- Aumento de la autoestima. La autoestima de los involucrados se ve afectada según la forma en que se introduce el cambio, por lo que los esfuerzos en pro del cambio deben ser efectivos para elevar la autoestima
- Participación. En el proceso de cambio mejora las reacciones ante el mismo y aumenta la aceptación de las decisiones que se tomarán.
- Presentación de los beneficios del intercambio. La presentación de beneficios de intercambio es particularmente apropiado cuando va a haber una pérdida significativa para los involucrados y cuando estos tienen el poder para impedir o evitar que el cambio tenga éxito. Sin embargo, esto debe saber llevarse pues puede revertirse y dar paso a un chantaje.

5.6. Propuesta de la herramienta de evaluación

La tabla LXVIII del apéndice muestra la distribución de los créditos de los cursos obligatorios y optativos por cada área que compone la carrera. Además se muestra la cantidad de horas de docencia que se dedica a cada área a lo largo de la carrera. También muestra en porcentajes, la distribución tanto de los créditos como las horas de docencia a lo largo de la carrera. Esta tabla mostrará un panorama general de la composición de la carrera.

La tabla LXIX del apéndice es un detalle de los créditos y horas de estudio de los cursos, esta tabla puede utilizarse separadamente para los cursos optativos y otra para los obligatorios. Se muestra la cantidad de créditos, períodos de clase, horas semanales y horas totales en el semestre, tanto de las horas de teoría en la clase como de las horas de práctica en el laboratorio.

La tabla LXX del apéndice muestra la descripción del curso y muestra la información específica de cada curso, entre esta información están los créditos, prerrequisitos, pos requisitos, el contenido programático, entre otros.

CONCLUSIONES

1. El Área de Electrotecnia es la parte de la carrera que más semejanza tiene con el pensum de las demás universidades, pues los contenidos que se ven en esta área también son abarcados por éstas. Las principales diferencias encontradas son que el curso de Electricidad y Electrónica Básica es un curso con el que mayoría de estas universidades no cuenta y que la utilización reglamentaria de *software* para la enseñanza y aprendizaje en los cursos, es algo en lo que la EIME está más rezagada.
2. El Área de Potencia es donde la cantidad de cursos y la distribución de los contenidos en éstos presenta más variaciones, además, la existencia o no de la carrera de Ingeniería Electrónica en la misma universidad tiende a afectar la formación del estudiante de Ingeniería Eléctrica en cuanto a los conocimientos de electrónica. Las universidades de países con industrias más desarrolladas cuentan con uno o dos cursos en donde se tratan algunos tópicos que aún no tienen una aplicación en Guatemala, como la generación de energía eléctrica en centrales eléctricas nucleares o la transmisión de ésta en líneas eléctricas subterráneas.
3. La mayoría de los ingenieros de la EIME que imparten los cursos indican que actualmente los contenidos de los cursos se encuentran bien establecidos por lo que muy pocos de estos podrían ser objeto de una modificación como una actualización, una profundización o una reubicación.

Las mejoras a los cursos que indica la mayoría de ellos es reforzar las cátedras y prácticas mediante el uso de algún *software* de simulación o modelado, o bien, mediante la implementación de una práctica de laboratorio para aquellos cursos que aún no cuentan con una actualmente.

4. La estandarización y ordenamiento de contenidos se realizó junto con los ingenieros de la EIME para todos los cursos del área profesional de la carrera, pero debido a que la mayoría de cursos en la actualidad cumplen, en general, lo que necesitará el profesional en su campo de trabajo y a la limitante de la duración del semestre, los ingenieros indican que la adición de todos los contenidos establecidos es deseable pero difícil de llevarse a cabo pues incluso existen contenidos que por su extensión debería crearse un nuevo curso, por lo que de momento solo una parte de éstos se podrán añadir a los contenidos actuales.
5. La metodología que se propone para mejorar el currículo de la carrera es la adaptación del proceso de reformas curriculares al ciclo PHVA, que por su característica de búsqueda continua de la mejora de la calidad, puede hacer del proceso de reformas curriculares un proceso bien establecido y que mejore continuamente en el tiempo.

RECOMENDACIONES

1. El Área de Electrotecnia que es la parte de la carrera que está más emparejada con la de las demás universidades debe seguir manteniendo su calidad y debido a que en algunos casos se mencionó que es deseable la creación de una sección para los estudiantes de la carrera de Ingeniería Eléctrica y otra para los de Ingeniería Electrónica se propone estudiar esta posibilidad para poder enfocar y adecuar los cursos de esta área a las necesidades específicas de cada disciplina.
2. A diferencia de la mayoría de las universidades estudiadas, la carrera de la Universidad de San Carlos de Guatemala no cuenta actualmente con cursos optativos que pertenezcan al Área de Potencia, si bien su creación e integración al pensum puede ser difícil, su creación es recomendable para enriquecer la formación de los estudiantes en esta área.
3. El uso de programas de computación para los procesos de aprendizaje y enseñanza, constituye una oportunidad de mejora para la EIME ya que actualmente el uso de estos es reducido y está más rezagado que en el resto de universidades estudiadas, pero es de resaltar que esto no es debido a una falta de visión por parte de la EIME, sino a una limitación de tipo económica para pagar por los derechos de uso de estas herramientas, por lo que debe buscarse opciones más accesibles o gratuitas de *internet*.

4. Ya que la implementación de nuevos contenidos a los cursos puede ser difícil de momento, toda la información presentada en este trabajo puede utilizarse posteriormente para cuando exista la posibilidad de crear un nuevo curso.

5. El uso del ciclo PHVA en el proceso de mejora del pensum de la carrera no debe tomarse como una norma, pues es únicamente una propuesta y pueden darse algunas variaciones que la EIME pueda considerar pertinentes.

BIBLIOGRAFÍA

1. BRIONES ZELADA, Laura Rosemery. *Elaboración de un catálogo de estudios para el programa de ingeniería eléctrica, de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica, de la Facultad de Ingeniería, de la Universidad de San Carlos de Guatemala*. Trabajo de graduación de Ing. Industrial. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2011. 536 p.
2. DEL CID BLANCO, Karina. *EL Perfil de Egreso*. Guatemala: USAC-DAOC, 2011. 21 p.
3. _____. *Cambios Curriculares*. Guatemala: USAC-DAOC, 2011. 11 p.
4. _____. *Cultura Curricular*. Guatemala: USAC-DAOC, 2011. 73 p.
5. ENRÍQUEZ PANIAGUA, Sergio René. *Análisis e investigación de las carreras de ingeniería mecánica industrial*. Trabajo de graduación de Ing. Mecánica Industrial. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 1977. 100 p.
6. PUENTE, Guillermo. *Re: Programas de los cursos de la EIME* [en línea]. <12f2423925ddb618@gmail.com>. [Consulta: 5 de abril de 2011].
7. PUENTE, Magdalena. *Re: Red de Eléctrica propuesta* [en línea]. <13872c2f39cbbce0@gmail.com>. [Consulta: 11 de julio de 2012].

8. Universidad Nacional Autónoma de México. *Catálogo de programas de las asignaturas de la carrera de Ingeniería Eléctrica Electrónica* [en línea]: Facultad Ingeniería, UNAM. < http://www.ingenieria.unam.mx/-paginas/Carreras/planes2010/ingElectrica_Plan.htm > [Consulta: marzo, abril de 2012].
9. Universidad Nacional La Plata. *Catálogo de programas de las asignaturas de la carrera de Ingeniería Eléctrica* [en línea]: UNLP. <<http://www.ing.unlp.edu.ar/grado/electricista>> [Consulta: marzo 2012].
10. Universidad de País Vasco. *Catálogo de programas de las asignaturas de la carrera de Ingeniería Eléctrica* [en línea]: Facultad Ingeniería, UPV. < http://www.ehu.es/p200-content/es/pls/entrada/plew0040.htm_si-guiente?p_sesion=&p_cod_idioma=CAS&p_en_portal=S&p_cod_centro=163&p_cod_plan=GIELEC10&p_anyoAcad=act&p_menu=asig_cursos > [Consulta: marzo, abril de 2012].
11. Universidad de São Paulo. *Catálogo de programas de las asignaturas de la carrera de Ingeniería Eléctrica* [en línea]: Facultad Ingeniería, USP. < <https://uspdigital.usp.br/jupiterweb/listarGradeCurricular?codcg=3&-codcur=3031&codhab=190&tipo=N>> [Consulta: marzo, abril de 2012].
12. YON PELAEZ, Carlos Alberto. *Readecuación curricular para la carrera de Ingeniería en Ciencias y Sistemas*. Trabajo de graduación de Ing. en Ciencias y Sistemas. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2007. 71 p.

APÉNDICES

Apéndice 1. Documentación de créditos

DISTRIBUCIÓN DE CRÉDITOS (ACTUAL / NUEVO)												
Escuela :						Fecha: ___ / ___ / ___						
Carrera:						Código:						
Créditos para cierre del pensum:												
Equivalencia en Horas de Docencia: Hrs /(t)												
No	Área de la Carrera	Cursos Obligatorios				Cursos Optativos				Total		
		Cr	%	HS	%	Cr	%	HS	%	Cr	HS	%
1												
2												
X												
TOTALES												

Apéndice 2. Documentación de información del curso

DESCRIPCIÓN DE CURSO			
Nombre del Curso			Código:
Área a la que pertenece:			Semestre:
Prerrequisito:		Pos requisito:	
Créditos:	Hrs Clase:	Hrs Lab:	Total Hrs.:
Programa:			
Bibliografía:			

Apéndice 3. Documentación detallada del curso

DETALLE DE CRÉDITOS OBLIGATORIOS Y OPTATIVOS (ACTUAL / NUEVO)											
Escuela :						Fecha: ___ / ___ / ___					
Carrera:						Código:					
Observaciones:											
ÁREA DE CIENCIAS BÁSICAS Y COMPLEMENTARIAS											
No	Nombre del Curso	Cr	Teórico			Practica			Total		
			Ps	Hs	HS	Ps	Hs	HS	Ps	Hs	HS
1											
2											
X											
TOTALES											
ÁREA DE ELECTROTECNIA											
No	Nombre del Curso	Cr	Teórico			Practica			Total		
			Ps	Hs	HS	Ps	Hs	HS	Ps	Hs	HS
1											
2											
X											
TOTALES											
ÁREA DE POTENCIA Y CONTROL											
No	Nombre del Curso	Cr	Teórico			Practica			Total		
			Ps	Hs	HS	Ps	Hs	HS	Ps	Hs	HS
1											
2											
X											
TOTALES											

Ps = Períodos a la semana
Hs = Horas a la semana
HS = Horas al semestre
Cr = Créditos

ANEXOS

Anexo 1. **Boleta de recolección de datos para empleadores**

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA INDUSTRIAL
READECUACIÓN CURRICULAR

BOLETA DE RECOLECCION DE DATOS

Opinión de empleadores de ingenieros electricistas, respecto al perfil de egreso que debe poseer el profesional del campus central de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

En cumplimiento de lo acordado por la Junta Directiva en el PUNTO ____, Inciso ____ del acta # _____, de la sesión celebrada el día _____ del mes de _____ del año _____ que literalmente dice: “acuerda autorizar la elaboración de la propuesta de Readequación / Reforma Curricular de la carrera Ingeniería Eléctrica a partir del año _____” por lo que se necesita realizar esta investigación con el propósito de obtener información acerca de los conocimientos, habilidades, destrezas, valores y actitudes que necesita adquirir o reforzar el futuro profesional de Ingeniería Eléctrica, para brindar a la sociedad una oferta de profesionales de alto nivel académico y humano acorde a las necesidades del país y los requerimientos de las instituciones.

Por lo que le solicitamos y agradecemos su colaboración contestando lo siguiente:

1. ¿Considera que es importante mejorar la calidad de los futuros ingenieros electricistas para satisfacer las necesidades actuales y futuras del sector eléctrico y privado nacionales?

Sí

No

Explique su respuesta:

2. Indique cuál es el campo laboral en el que se desempeña y dirige (Indique si es público o privado) _____

3. ¿Cuántos años tiene de ejercer dirección en la organización? _____

4. De acuerdo con las necesidades del campo laboral que usted dirige, por favor indique en el siguiente cuadro qué conocimientos, habilidades, destrezas deben tomarse en cuenta para mejorar el desempeño laboral de los futuros ingenieros electricistas.

¿Qué debe Saber?	¿Qué debe saber hacer?	¿Qué debe querer hacer?
(Conocimientos)	(Habilidades y Destrezas)	(Actitudes y Valores)

Fuente: DEL CID, Karina. Manual Para Elaborar el Perfil de Egreso. p 10.

Anexo 2. **Boleta de recolección de datos para profesionales**

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA INDUSTRIAL
READECUACIÓN CURRICULAR

BOLETA DE RECOLECCION DE DATOS

Opinión de profesionales en ejercicio de Ingeniería Eléctrica, respecto al perfil de egreso que debe poseer el profesional del campus central de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

En cumplimiento de lo acordado por la Junta Directiva en el PUNTO ____, Inciso ____ del acta # _____, de la sesión celebrada el día _____ del mes de _____ del año _____ que literalmente dice: “acuerda autorizar la elaboración de la propuesta de Readecuación / Reforma Curricular de la carrera Ingeniería Eléctrica a partir del año _____” por lo que se necesita realizar esta investigación con el propósito de obtener información acerca de los conocimientos, habilidades, destrezas, valores y actitudes que necesita adquirir o reforzar el futuro profesional de Ingeniería Eléctrica, para brindar a la sociedad una oferta de profesionales de alto nivel académico y humano acorde a las necesidades del país y los requerimientos de las instituciones.

Por lo que le solicitamos y agradecemos su colaboración contestando lo siguiente:

1. ¿Considera que es importante mejorar la calidad de los futuros ingenieros electricistas para satisfacer las necesidades actuales y futuras del sector eléctrico y privado nacionales?

Sí

No

Explique su respuesta:

2. Indique cuál es el campo en el que se desempeña _____

3. ¿Cuántos años tiene de ejercer en el campo laboral? _____

4. De acuerdo a su experiencia, por favor indique en el siguiente cuadro qué conocimientos, habilidades, destrezas deben tomarse en cuenta para mejorar el desempeño laboral de los futuros ingenieros electricistas.

¿Qué debe Saber? (Conocimientos)	¿Qué debe saber hacer? (Habilidades y Destrezas)	¿Qué debe querer hacer? (Actitudes y Valores)

Fuente: DEL CID, Karina. Manual Para Elaborar el Perfil de Egreso. p 12.

Anexo 3. **Boleta de recolección de datos para personal administrativo**

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA INDUSTRIAL
READECUACIÓN CURRICULAR

BOLETA DE RECOLECCION DE DATOS

Opinión del personal administrativo, respecto al perfil de egreso que debe poseer el profesional del campus central de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

En cumplimiento de lo acordado por la Junta Directiva en el PUNTO ____, Inciso ____ del acta # _____, de la sesión celebrada el día _____ del mes de _____ del año _____ que literalmente dice: “acuerda autorizar la elaboración de la propuesta de Readecuación / Reforma Curricular de la carrera Ingeniería Eléctrica a partir del año _____” por lo que se necesita realizar esta investigación con el propósito de obtener información acerca de los conocimientos, habilidades, destrezas, valores y actitudes, que necesita adquirir o reforzar el futuro profesional de Ingeniería Eléctrica, para brindar a la sociedad una oferta de profesionales de alto nivel académico y humano acorde a las necesidades del país y los requerimientos de las instituciones.

Por lo que le solicitamos y agradecemos su colaboración contestando lo siguiente:

1. ¿Considera que es importante mejorar la calidad de los futuros ingenieros electricistas para satisfacer las necesidades actuales y futuras del sector eléctrico y privado nacionales?

Sí

No

Explique su respuesta:

2. ¿Considera importante hacer una reestructura administrativa para mejorar el proceso educativo en la Escuela de Ingeniería?

Sí No

Explique su respuesta: _____

3. Por favor, indique en el siguiente cuadro qué conocimientos, habilidades, destrezas deben tomarse en cuenta para mejorar el desempeño laboral de los futuros ingenieros electricistas.

¿Qué debe Saber? (Conocimientos)	¿Qué debe saber hacer? (Habilidades y Destrezas)	¿Qué debe querer hacer? (Actitudes y Valores)

Fuente: DEL CID, Karina. Manual Para Elaborar el Perfil de Egreso. p 14.

Anexo 4. **Boleta de recolección de datos para estudiantes**

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA INDUSTRIAL
READECUACIÓN CURRICULAR

BOLETA DE RECOLECCION DE DATOS

Opinión de los estudiantes de Ingeniería Eléctrica, respecto al perfil de egreso que debe poseer el profesional del campus central de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

En cumplimiento de lo acordado por la Junta Directiva en el PUNTO ____, Inciso ____ del acta # _____, de la sesión celebrada el día _____ del mes de _____ del año _____ que literalmente dice: “acuerda autorizar la elaboración de la propuesta de Readecuación / Reforma Curricular de la carrera Ingeniería Eléctrica a partir del año _____” por lo que se necesita realizar esta investigación con el propósito de obtener información acerca de los conocimientos, habilidades, destrezas, valores y actitudes, que necesita adquirir o reforzar el futuro profesional de Ingeniería Eléctrica, para brindar a la sociedad una oferta de profesionales de alto nivel académico y humano acorde a las necesidades del país y los requerimientos de las instituciones.

Por lo que le solicitamos y agradecemos su colaboración contestando lo siguiente:

1. ¿Considera que es importante mejorar la calidad de los futuros ingenieros electricistas para satisfacer las necesidades actuales y futuras del sector eléctrico y privado nacionales?

Sí No

Explique su respuesta:

2. ¿Ha tenido problemas en el proceso de enseñanza-aprendizaje actualmente?

Sí No

Si su respuesta fue sí, explique su respuesta:

3. ¿Qué aspectos teóricos considera usted que deberían reforzarse, actualizarse o incluirse en la formación profesional?

4. ¿Qué aspectos teóricos considera usted que deberían eliminarse de la formación actual?

5. ¿Qué aspectos prácticos considera que deberían reforzarse, actualizarse o incluirse en la formación profesional? _____

6. ¿Qué aspectos prácticos considera que deberían eliminarse de la formación actual?

Fuente: DEL CID, Karina. Manual Para Elaborar el Perfil de Egreso. p 16.